BIBLIOTECA DI ARTIGLIERIA

Cours

de

Topographie pratique.

Quatrième Partie.

Application des Éléments de la pratique de l'Art des Levers Topographiques à un Lever de peu d'étendue.

1.° Du [illegible] Fortification

2.° Du [illegible] du terrain

Lithog. de l'École d'Application

[illegible]

Canevas Topographique

d'un Lever de Fortification

de peu d'étendue.

Canevas Topographique d'un Lever de Fortification de peu d'étendue.

Le canevas dont il s'agit, comme nous l'avons expliqué pour le lever d'ensemble d'une place de guerre, se compose de lignes fictives, disposées sur les ouvrages de la manière la plus convenable pour faciliter le lever des détails que l'on doit rapporter à ces lignes.

L'objet que nous nous proposons est un lever de fortification de la moindre étendue possible, mais qui donne lieu pourtant à toutes les applications des Éléments de la pratique de l'art des levers et du nivellement, qui conduisent à l'exécution des levers d'ensemble d'une étendue quelconque. Quand on aura acquis la pratique de ce genre de lever, on reconnaîtra que, comme pour le lever du terrain et des détails qui se trouvent à sa surface, les levers d'ensemble de la fortification plus étendus que celui dont nous allons nous occuper, peuvent être exécutés par la répétition des mêmes opérations, des mêmes procédés et en suivant les mêmes méthodes qu'un lever de moindre étendue, et qu'il suffit de s'exercer à la pratique de ce dernier pour se rendre capable d'exécuter de prime abord les levers d'ensemble d'une étendue quelconque.

Le lever que nous prenons pour exemple (fig. 1.) et que nous allons essayer d'expliquer, se compose d'un Bastion, de sa Courtine, d'une demi-lune et de son réduit, du chemin couvert du bastion et de la demi-lune, d'une place-d'armes et de son réduit.

Les lignes du canevas sont des parallèles aux escarpes du corps de place, de la courtine, des flancs et des faces des bastions qui se rencontrent à l'angle rentrant, aux angles d'épaule, et à celui du saillant du bastion. Elles composent en projection une figure analogue à celle des tablettes de ces escarpes. Il en est de même des parallèles aux escarpes de la tenaille, de la demi-lune, de son réduit, du réduit de la place-d'armes et des parallèles aux contre-escarpes prises sur le chemin couvert; et il résulte de cette disposition que, ces lignes étant relevées et projetées sur la carte, on peut en conclure immédiatement

la projection des tablettes d'escarpe et de contre-escarpe.

La condition que l'on doit s'imposer, de ne jamais descendre sur les tablettes d'escarpe pour déterminer la position des lignes prises sur les parapets, et qui doivent être parallèles à ces tablettes et à une distance donnée, cette condition, pour être remplie, nécessite des opérations particulières qui ont été décrites dans la troisième partie du cours, page 108 et **Pl. VIII**.

Les distances des parallèles aux tablettes des escarpes sont:

1° Pour celles prises sur le parapet du Corps de place, 5 mètres;

2° Pour celles prises sur le parapet de la tenaille de .... la demi-lune et de son réduit .... 4 mètres;

3° Pour celles prises sur le parapet du réduit ...... 3 mètres.

Les parallèles du chemin couvert sont prises sur son terre-plein. Elles sont à une distance de la tablette de la contre-escarpe qui dépend de la position que doivent prendre ces lignes, en remplissant cette autre condition, de passer, sans cesser d'être parallèles à la contre-escarpe, par l'extrémité des lignes de canevas prises sur le parapet du réduit des places d'armes, du côté de leurs profils.

Les lignes de canevas du chemin couvert des places-d'armes, sont prises sur la crête du glacis ou à une petite distance de cette crête.

Lorsque les levers ont pour objet des exercices sur la pratique de l'art, et qu'on les exécute pour la première fois, il est bon, avant de s'occuper des opérations du lever, d'étudier le terrain, de faire un croquis de la composition du canevas, de coordonner les points qu'il s'agira de relever, par des numéros ou des lettres qui devront les distinguer entre eux. Ce projet arrêté, on s'occupera de la recherche de ces points qui seront marqués sur le terrain par des piquets, et signalés avec des jalons.

Nous avons vu que pour les levers d'ensemble de la fortification, les lignes du canevas sont coordonnées de manière à composer des polygones qui se lient entre eux sans solution de continuité, et que le lever de ces polygones s'exécute d'après la méthode du cheminement.

Pour le lever que nous allons entreprendre, qui ne comprend qu'une petite partie de ce lever d'ensemble, on aura de l'avantage, sous le rapport de la promptitude dans l'exécution, sans rien perdre de l'instruction pratique que l'on se propose

d'acquérir, à employer pour les opérations du lever, les deux méthodes du cheminement et des intersections.

La méthode du cheminement s'appliquera au lever des lignes de canevas du corps de place avec lesquelles on composera un polygone que l'on complettera par des points pris au dedans du rempart. Les sommets de ce polygone seront numérotés, comme on le voit par l'exemple fig. 1, à commencer par le No. 1 qui désigne le point milieu de la courtine, les Nos. 2 et 3 pris sur la même courtine et l'angle rentrant, le No. 4, à l'angle d'épaule, No. 5, milieu de la face de gauche du bastion, No. 6, saillant du bastion, No. 7, milieu de la face de droite, No. 8, à l'angle d'épaule de droite, No. 9, angle rentrant. Les Numéros 10, 11, 12, 13, 14 et 15 sont les sommets des côtés ajoutés à ceux du corps de place pour completter le polygone, en remarquant que les deux derniers No. 14 et 15 qui sont sur la même droite, sont aussi dans la capitale de la demi-lune.

La méthode des intersections s'appliquera au lever des points du canevas observés des sommets du polygone, pris sur le corps de place.

Les points à relever par intersections sont désignés, savoir:
Ceux de la tenaille, par les lettres m, m', n, n',
Ceux de la demi-lune par les lettres b, b', f, b'', f',
du réduit de la demi-lune par d, d', a, e,
du chemin couvert de la place d'armes et de son réduit par g'', e^{IV}, e°, e, e', e''', g', h', i', l, i'', i''', g, h, i, k, k',

Les opérations du lever par intersections des points désignés par des lettres, s'exécuteront aussi en prenant les bases sur les glacis (voyez fig. 2). Ces bases s'appuient sur les capitales des ouvrages, par exemple, sur celle d'une place-d'armes No. 1, du bastion No. 3, d'une deuxième place-d'armes No. 5, de la demi-lune No. 9. Les points de ces bases sont à une distance convenable des crêtes de glacis, afin de pouvoir placer commodément en station les instruments avec lesquels on doit opérer.

Ces bases sont divisées en parties égales par les points Nos. 2, 4, 6, 7 et 8: d'autres points No. 10, 11, 12 et 13. sont pris en dehors sur le bas des glacis pour composer un polygone. Les points No. 11, 12 et 13 peuvent être pris, lorsque cela est possible, sur le prolongement des capitales qui passent par les points Nos. 5, 3 et 1 des bases.

Pour distinguer les numéros des bases prises sur le corps de place et ceux des bases prises sur les glacis, lorsqu'on opère sur ces dernières, les numéros des points des premières sont affectés du signe ('); ainsi, on a, 1', 2', 3'... 9' &c^a, au lieu de 1, 2, 3 &c^a.

Le canevas étant composé, comme on vient de l'expliquer, ces points signalés sur le terrain par des Jalons, les numéros et les lettres qui distinguent ces points écrits sur le croquis, on s'occupe des opérations du lever qui s'exécutent successivement, avec la planchette, la boussole, le mètre, et ensuite on passe aux opérations du nivellement.

Lever du Canevas avec la Planchette ou la Boussole.

Pour les levers qu'il s'agit d'exécuter avec la planchette, ou avec la boussole, la marche des opérations est la même; les résultats diffèrent en ce que, opérant avec le premier instrument, les rayons d'observation se tracent immédiatement sur la carte, au lieu qu'en opérant avec la boussole, la position de ces rayons est connue par l'angle qu'il font avec la méridienne magnétique. La mesure de ces angles est écrite dans les registres.

Ainsi, le canevas composé pour les exercices du lever avec la planchette n'a besoin d'éprouver aucune modification pour être levé avec la boussole.

Lever du Canevas, (les bases étant prises sur le Corps de place).

Lever du polygone par le Cheminement avec la Planchette.

Pour le lever du canevas avec la planchette, on se met en station sur le sommet N.° 1. La planchette est amenée dans une position horizontale. Un point et une ligne passant par ce point sont tracés sur la carte. Ce point est amené dans la verticale du point N.° 1 du terrain, et la droite dans le même plan vertical qui passerait par cette ligne et celle qui joint les points N.° 1 et 2 du terrain. Dans cette position la planchette est dite orientée. On mesure la distance du point de station N.° 1 au N.° 2. Cette distance est portée sur la carte, d'après l'échelle, et on a ainsi déterminé la projection du sommet

N.° 2. On opère successivement de la même manière sur tous les sommets du polygone jusqu'au sommet N.° 15 duquel on observe le N.° 1, point de départ et de fermeture.

Tout en opérant sur les sommets du polygone, on observe, comme moyen de vérification des sommets sur lesquels on stationne, les points déjà déterminés, par exemple, du sommet N.° 6 on observe le N.° 3; du N.° 8 le N.° 4; du N.° 9 le N.° 6; du N.° 11 les N.os 8, 6, 4, 3; du N.° 12 les N.os 1, 2, 3; du sommet N.° 13 les N.os 1, 2, 3; du sommet N.° 14 les N.os 2, 1, 1', le point 1' a été pris sur la courtine dans le prolongement du côté N.° 2–1 à une distance du N.° 1 égale à la distance du N.° 1 à N.° 2.

Lever des points du Canevas par intersections avec la Planchette.

Des bases prises sur le corps de place, qui sont des côtés du polygone dont on vient de faire le lever et en stationnant sur les sommets de chacune d'elles, on observe les points qu'il s'agit de relever par intersections. Les rayons d'observation se tracent immédiatement sur la carte, et les points sont déterminés, lorsqu'ils se trouvent coupés par au moins trois de ces rayons, et par un plus grand nombre toutes les fois que cela est possible.

On a soin d'écrire sur chacun des rayons, la lettre qui fait connaître le point sur lequel il a été dirigé.

Par exemple, étant en station sur le sommet de base N.° 1, la planchette orientée, on observe tous les points visibles de cette station, qui tous sont jalonnés. On suppose que les points que l'on peut observer sont ceux désignés par les lettres a, d, d', e, ff'.

On se porte ensuite en station sur le sommet N.° 2 sur lequel on opère de la même manière pour observer les mêmes points et d'autres qui n'auraient pu être vus de la station N.° 1. On opère ainsi d'une manière analogue et successivement sur les sommets N.os 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 qui est le dernier point sur lequel on puisse observer. Il résulte de ces opérations, la construction graphique sur la carte des points du canevas qui ont pu être observés des bases. Ceux de ces points qui n'ont pas été vus ou qui ne sont pas complettement déterminés, sont observés des extrémités de nouvelles bases, prises sur les ouvrages dont les lignes de canevas se trouvent complettement déterminées, comme nous allons le voir pour le lever à la boussole, dont l'explication exige un plus grand développement.

Lever du polygone par le cheminement avec la Boussole.

Le lever à la boussole par le cheminement s'exécute comme avec la planchette. La boussole est mise en station sur le sommet N.° 1, son centre dans la verticale de ce point; son limbe dans une position horizontale; l'alidade amenée à droite de l'observateur et le rayon visuel dirigé vers le pied du jalon qui marque le sommet N.° 2, à une distance de ce jalon à droite, égale à l'excentricité de la lunette, et on observe le point N.° 2. L'aiguille de la boussole se fixe et le numéro de la graduation du cercle qu'indique la pointe nord de cette aiguille est la mesure en degrés et parties de degré de l'angle observé. On mesure la distance du N.° 1 au N.° 2, et on écrit dans le registre sur la même ligne, dans la première colonne le N.° 1 de la station; dans la deuxième l'angle de 250°; dans la troisième la mesure du côté N.° 1–2 du polygone de 35,m0 (Voyez le modèle de registre N.° 1).

On se porte ensuite en station sur le sommet N.° 2. On observe en arrière le sommet N.° 1; l'angle est de 70.° La différence entre l'angle observé en avant du point N.° 1 et en arrière du sommet N.° 2, est de 180°, c'est une preuve que les deux observations ont été bien faites. L'angle est écrit dans le registre à la suite du premier. De la même station on observe le sommet N.° 3. On mesure la distance du N.° 2 au N.° 3; on écrit dans le registre le numéro de la station, l'angle et la distance entre les deux sommets. On opère de la même manière sur tous les autres sommets du polygone jusqu'à celui duquel on observe le N.° 1, point de fermeture. Tout en opérant par cheminement pour le lever du polygone, comme on l'a vu pour le lever à la planchette, on vérifie les résultats des opérations en observant des points déjà déterminés, toutes les fois qu'ils sont visibles des points sur lesquels on stationne.

Par exemple, de la station N.° 6, on a observé en arrière le sommet N.° 5; l'angle est de 85°; il a été écrit dans la deuxième colonne à la suite du précédent. A la suite de celui-ci on a écrit l'angle de 210, observé de la même station N.° 6, sur le sommet N.° 7. Sur la même ligne dans la troisième colonne on a écrit la longueur du côté N.° 6–7. Mais de la même station N.° 6 on a observé le sommet N.° 3, déjà déterminé; l'angle observé est de 110°. On l'écrit dans la quatrième colonne

du registre sur la même ligne que le numéro de la station: Dans la cinquième colonne on écrit le numéro du point observé Nº. 3, et dans la colonne d'observations, on désigne l'objet sur lequel a été pris ce point. On voit que c'est sur le parapet de l'angle rentrant du flanc du bastion.

Il en sera de même des observations de ce genre, faites de la station Nº. 8, sur le sommet Nº. 4; de la station Nº. 9, sur le sommet Nº. 6.

Si de la même station, il s'agit d'observer plusieurs points déjà déterminés, par exemple, de la station Nº. 11 de laquelle on a pu observer les sommets Nºs 8, 6, 4 3, on écrit les quatre angles observés qui sont 289°, 332°, 14°, 35°, dans la quatrième colonne du registre, à la suite les uns des autres. On les réunit dans une accolade qui répond au Nº. 11 de station de laquelle ils ont été observés et qui est écrit dans la première colonne du registre.

On observe et on enregistre de la même manière, les points Nºs 1, 2, 3 observés de la station Nº. 12; les points Nºs 1, 2, 3 observés de la station Nº. 13; les points Nºs 2, 1, 1' observés de la station Nº. 14.

Enfin, le registre ainsi composé, comprendra toutes les données nécessaires pour construire le polygone; et si on a bien opéré et enregistré avec soin les résultats des opérations, par construction le polygone se fermera exactement sur son sommet Nº. 1, en même temps que les rayons dirigés sur les points déjà déterminés passeront exactement par ces points.

Lever des points du Canevas par intersections, avec la Boussole.

Les opérations du lever par intersections avec la boussole, s'exécutent en suivant la même marche que pour les opérations du lever avec la planchette.

Comme avec la planchette, on opère avec la boussole en la plaçant successivement sur les sommets des côtés du polygone qui sont pris pour bases. De ces sommets on observe les points qu'il s'agit de relever, et qui ne sont bien déterminés, comme on l'a déjà dit, que par au moins trois rayons d'observation.

Les rayons se construisent sur la carte, d'après les angles observés que l'on a écrits dans le registre. (Voyez le modèle de registre Nº. 2).

Par exemple, du sommet de base N.° 1' extrémité de la base N.° 1–1, ajoutée à celles du polygone, on observe les points a, f, f', d, d', e, m, o, m', n'. Les angles observés sont écrits dans la quatrième colonne du registre. On écrit dans la cinquième les lettres qui distinguent les points sur lesquels les angles ont été observés. Dans la colonne des observations on explique quels sont les objets sur lesquels les points ont été pris, et enfin on écrit dans la première colonne, le N.° 1' de station.

Du sommet de base N.° 1 on observe les points f, f', a, e, d, d', n, m, o, m', n'. Les angles observés sont enregistrés comme les précédents et séparés de ceux-ci par une barre.

On opère ainsi successivement sur chacun des sommets des bases N.° 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 et on écrit les résultats de chacune des séries d'observations sur le registre.

Du sommet N.° 2 on observe les points f, f', d', d, a, e, n, m, o, n', m'.
——— N.° 3 ——— f, m, n.
——— N.° 4 ——— f, f', b, d, d', a, e, g', g, h, i, i', k, n.
——— N.° 5 ——— b, f, g, h, k, i, i', l.
——— N.° 6 ——— g, h', h, k, i, i', l, i'', i'''.
——— N.° 7 ——— l, i'', i'''.
——— N.° 8 ——— i'', i'''.

Il peut arriver, ce qui a lieu d'après notre exemple, que les points du canevas qu'il s'agit de relever ne soient pas tous visibles des bases que l'on aura choisies, que quelques uns de ces points n'aient pu être observés que d'un ou de deux des sommets de ces bases, et qu'il faille en établir de nouvelles pour achever le lever. Les résultats des observations faites sur les sommets des bases prises sur le corps de place, écrites dans le registre, font voir, par exemple, que le point b pris au saillant de la demi-lune n'a été observé que des sommets N.° 4 et N.° 5; que les points c, c', c'', c''', c^{IV} et g'' n'ont été observés d'aucun des sommets des bases; que g' n'a été observé que du sommet N.° 4 et h' du sommet N.° 6, et enfin que b', b'' points milieux des droites b–f et b–f' qui peuvent être déterminés par la mesure directe de leur distance au point b, n'ont pas été observés.

Pour achever le lever des points du canevas, on prend pour nouvelles bases les lignes a–d et a–d' du réduit de la demi-lune.

Du point d on observe les points a, d', b, b'', f.
——— a ——— d', b, b', b'' f'.
——— d' ——— b, b', f', n', g''.

Les points b, b″, f de la face de droite de la demi-lune et les points b, b′, f′ de la face de gauche étant complettement déterminés, on les prend pour bases.

Du point f on observe les points b″, g, g′, h′, h, k, c′, c‴.

——— b″ ——— b, g, g′, h′, h, c‴, c′, c.

——— b ——— b′, g′, c″, c′, c, c″, c^{IV} g″.

——— b′ ——— f′, c, c″, c^{IV}, g″

——— f ——— c″, c^{IV}, g″, n′.

Le registre du lever est completté par l'inscription du résultat de ces dernières observations. Tous les points du canevas sont déterminés par au moins trois observations, et le registre contient toutes les données nécessaires, pour construire sur la carte les points qui auront été relevés par intersections. Pour simplifier cette construction on donne au registre une autre forme, qui consiste à réunir par séries toutes les observations faites des différents sommets de bases sur le même point.

Par exemple, on voit dans le registre du Lever que le point a a été observé des sommets de bases N.os 1′, 1, 2, 4 et d;

Le point b des sommets de bases N.os 4, 5, a, d, d′ b″;

Les points c, d &c.a

Enfin ces séries d'observations étant réunies pour chacun des points du canevas, on les écrit dans le nouveau registre; par exemple, pour la première, celle des observations faites sur le point a, et pour les autres, les numéros des points d'observation ou les lettres qui désignent ces points sont écrites dans la première colonne, (Voyez le modèle de registre N.o 2). Les angles observés de chacun de ces points sont écrits dans la quatrième colonne, et la lettre qui distingue le point observé est écrit dans la cinquième. On a ainsi, réuni toutes les données qui doivent servir à construire le point a sur la carte. Une deuxième série séparée de la première par une barre, donnera aussi réunies, toutes les données nécessaires pour construire le point b; et par une transformation semblable, des observations faites sur chacun des autres points, on aura pour chacun d'eux, toutes les données nécessaires pour les construire; on aura ainsi composé un nouveau registre, qui rendra la construction du canevas beaucoup plus facile.

Lever du Canevas avec la Boussole.

(Les bases étant prises sur les glacis) Fig. 2.

Lever à la Boussole du Polygone des bases, par Cheminement

Le polygone des bases pris sur les glacis, se lève d'après les mêmes procédés et les mêmes conditions d'exactitude que le polygone des bases pris sur le corps de place.

Les opérations de cheminement du lever, s'exécutent à partir du sommet No. 1 pris sur la capitale de la place d'armes de droite.

Étant en station sur ce point, on observe le sommet No. 2; du No. 2 le No. 1, en arrière, et le No. 3, en avant; et on opère successivement de la même manière sur les sommets Nos. 4, 5, 6, 7, 8, 9. Du No. 10, après avoir observé en arrière le No. 9, en avant le No. 11, on observe comme moyen de vérification les sommets Nos. 8, 7, 6 et 5. Les mêmes opérations de vérification s'exécutent sur le sommet No. 11. De ce point, on observe les Nos. 7, 6, 5, 4 et 3; Du sommet No. 12, on observe les sommets Nos. 5, 4, 3, 2, 1; du sommet No. 13, les sommets Nos. 2 et 3; et comme opération du cheminement, on observe le point de fermeture, sommet No. 1. On a mesuré les côtés du polygone; et les résultats de toutes ces opérations sont écrits dans le registre. (Voyez le modèle de registre No. 3).

Lever des points du Canevas par intersections, avec la Boussole.

Les opérations du lever des points du canevas par intersections avec la boussole, les bases étant prises sur les glacis, sont les mêmes que pour le lever des mêmes points, on opérant sur les bases prises sur le corps de place. Par exemple;

Du sommet No. 1 des bases, on observe les points 6', l, f, i'', i''', h''', h°, i^iv, i^v;
——— No. 2. ——— 6', l, i'', i''', h'', h'', i^iv, i^v;
——— No. 3 ——— 6', 4', l, i'', i''', h'', i^iv, i^v, i, i';
——— No. 4 ——— 6', 8', l, i, i', h, h';
——— No. 5 ——— i, i', g, g', h, h', 6', a;
——— No. 6. ——— i, i', h', h, g, g', f, d, b, c''';
——— No. 7 ——— g', g, c', c'', c''', b, a, f, 4';
——— No. 8 ——— c, c', c'', c''', a, b, d, f;
——— No. 9 ——— c, c', c'', c^iv, a, b, f, f', g'', x, d, d', 4'.

On voit par les résultats des observations faites sur les sommets des bases, écrits dans le registre N.° 4, que les points qui n'ont pas été vus de ces sommets, ou qui n'ont pu être déterminés par trois coordonnées, sont ceux que désignent les lettres c, c^{iv}, d', e, f', g", h‴, k, k', m, m', n, n', o, x, y et les Numéros 1', 3', 4, 8.

Pour terminer ce lever, on prend pour base la ligne de canevas ad de la face de droite du réduit de la demi-lune.

Du point d de cette base, on observe a, e, f, b", d', 4', 6', 3', 1', m', o, m, n,

——— a ——————— d', g", f', b', b, b", e,

——— d' ——————— e, f', g", b', x, y, n', m', o, m.

Les lignes du Canevas b–f et b–f' des faces de la demi-lune qui viennent d'être complettement déterminées, ainsi que les points milieux b', b" de ces lignes, sont prises pour bases.

Du point b, on observe b', b", c, c", c^{iv}, g",

——— b' ——————— f, c", c^{v}, g",

——— f' ——————— c, "g", n', m', o, x, y, 1',

——— f ——————— 3', 4', 5', 1', n, m, o, k,

——— e ——————— a, x, y, 1', 3', 4', n, m, o, m', n'.

On passe ensuite sur le corps de place,

Du point x qui vient d'être déterminé, on observe n', y, 1',

Du point y ——————— 1', o,

——— 1' ——————— 3', e, a, n', n,

——— 3' ——————— 4', 8', 9',

——— 4' ——————— 5', k, 8', 9',

——— 5' ——————— 6', k, l, 9',

——— 6' ——————— 7', k, k', i, i‴, 3', 9',

——— 7' ——————— 8', k', i", i^{iv}, l,

——— 8 ——————— 9', i‴, h", h‴, i^{iv}, i^{v}, k.

Le résultat de ces dernières observations complette le lever du canevas, et le registre N.° 4, dans lequel ils sont inscrits, contient toutes les données nécessaires pour construire les points qui ont été relevés par intersections; et d'après ces données on peut construire le registre N.° 4', modifié pour rendre cette construction plus facile. (Voyez les registres N.° 4 et 4').

Registres

du Lever de Canevas de la Fortification avec la Boussole.

Registre de Lever par Cheminement du Polygone des bases prises sur le Corps de place.

N°.	Mesures des		Directions prises		Cotes de	Observations.
des stations	Angles	Côtés	Angles	Sur	Niveau	
1	250	35,00	"	"	"	milieu de la Courtine.
"	70	"	"	"	"	
2	250	35,00	"	"	"	
"	70	"	"	"	"	
3	330	44,00	"	"	"	Angle rentrant du flanc.
"	150	"	"	"	"	
4	265	40,00	"	"	"	angle d'épaule.
"	85	"	"	"	"	
5	265	40,00	"	"	"	
"	85	"	"	"	"	
6	210	40,00	110	3	"	angle rentrant du bastion.
"	30	"	"	"	"	
7	210	40,00	"	"	"	
"	30	"	"	"	"	
8	145	44,00	58	4	"	Angle d'épaule
"	325	"	"	"	"	
9	138	24,00	28	6	"	angle rentrant
"	318	"	"	"	"	
10	64	60,00	"	"	"	
"	244	"	289	8	"	
11	70	60,00	332	6	"	
"	250	"	14	4	"	
"	"	"	35	3	"	
"	"	"	340	3	"	
12	70	30,00	19	2	"	
"	250	"	37	1	"	
"	"	"	302	3	"	
13	69	35,00	70	2	"	
"	249	"	18	1	"	
"	"	"	304	2	"	
14	340	10,00	340	1	"	
"	"	"	18	1'	"	
15	340	14,00	"	"	"	
1	160					fermeture

Registre de Lever par Intersections du Canevas de la Fortification.

N.os	Mesures des		Directions prises		Cotes de	Observations.
des Stations	Angles	Côtés	Angles	Sur	Niveau	
	.	.	290	f	.	
	.	.	179	f'	.	
	.	.	324	a	.	
	.	.	315	e	.	
	.		302	d	.	
1'			335	d'	.	
	.	.	277	m	.	
	.	.	287	o	.	
	.	.	308	m'	.	
	.	.	10	n'	.	
	.	.	303	f	.	
	.	.	18	f'	.	
	.	.	340	a	.	
	.	.	340	e	.	
	.	.	323	d	.	
1			359	d'	.	
	.	.	285	n	.	
	.	.	310	m	.	
	.	.	340	o	.	
	.	.	13	m'	.	
	.	.	36	n'	.	
	.	.	323	f	.	
	.	.	31	f'	.	
	.	.	348	d	.	
	.	.	21	d'	.	
	.	.	359	a	.	
2			9	e	.	
	.	.	311	n	.	
	.	.	18	m	.	
	.	.	32	o	.	
	.	.	43	m'	.	
	.	.	48	n'	.	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
3	"	"	349	f	"	
			356	n	"	
	"	"	44	m	"	
4	"	"	11	f	"	
	"	"	54	f'	"	
	"	"	31	a	"	
	"	"	17	b	"	
	"	"	60	e	"	
	"	"	39	d	"	
			54	d'	"	
			340	g	"	
	"	"	344	g'	"	
	"	"	322	h	"	
	"	"	305	i	"	
	"	"	299	i'	"	
	"	"	320	k	"	
	"	"	88	n	"	
5	"	"	33	b	"	
	"	"	52	f	"	
	"	"	20	g	"	
			358	h	"	
			17	k	"	
	"	"	349	i	"	
	"	"	330	i'	"	
	"	"	296	l	"	
6	"	"	47	g	"	
	"	"	36	h	"	
	"	"	23	h'	"	
	"	"	52	k	"	
			42	i	"	
	"	"	30	i'	"	
	"	"	328	l	"	
	"	"	270	i"	"	
	"	"	250	i'''	"	

Nos des Stations	Mesures de [illegible] Angles	Côtés	Directions prises Angles	sur	Cotes de Niveau	Observations.
7	.	.	359°	l	.	
			332	i''	.	
	.	.	304	i'''	.	
8			1	i''	.	
			355	i'''	.	
d	.	.	20	a	.	
	.	.	71	d'	.	
			359	b	.	
	.	.	331	b''	.	
	.	.	248	f	.	
a	.	.	120	d'	.	
	.	.	340	b	.	
			47	b'	.	
	.	.	262	b''	.	
	.	.	96	f'	.	
d'	.	.	319	b	.	
	.	.	346	b'	.	
			69	f'	.	
	.	.	122	n'	.	
	.	.	35	g''	.	
f	.	.	19	b''	.	
	.	.	304	g	.	
	.	.	322	g'	.	
	.	.	299	h'	.	
	.	.	289	h	.	
	.	.	268	k	.	
	.	.	4	e'	.	
	.	.	351	e''	.	

N° des Stations	Mesures de… Angles	Mesures de… Côtés	Directions prises Angles	Directions prises Sur	Cotes de Niveau	Observations.
b''	.	.	20	b	.	
	.	.	237	g	.	
	.	.	246	g'	.	
	.	.	261	h'	.	
	.	.	245	h	.	
	.	.	311	c'''	.	
	.	.	349	c'	.	
	.	.	359	c	.	
b	.	.	119	b'	.	
	.	.	222	g	.	
	.	.	243	c'''	.	
	.	.	302	c'	.	
	.	.	340	c	.	
	.	.	19	c''	.	
	.	.	77	c^{iv}	.	
	.	.	97	g'	.	
	.	.	239	h'	.	
b'	.	.	119	f'	.	
	.	.	141	c	.	
		.	152	c''	.	
	.	.	11	c^{iv}	.	
	.	.	72	g'	.	
f'	.	.	318	c''	.	
	.	.	229.	c^{iv}	.	
	.	.	359	g''	.	
	.	.	166	n'	.	

7. Registre de Lever par Intersections, modifié pour faciliter la Construction du Canevas.

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
1'	.	.	324	a	.	
1	.	.	340		.	
2	.	.	359		.	
4	.	.	31		.	
d	.	.	21		.	
4	.	.	17	b	.	
5	.	.	33		.	
a	.	.	340		.	
d	.	.	359		.	
d'	.	.	319		.	
b''	.	.	20		.	
a	.	.	57	b'	.	
d'	.	.	346		.	
b	.	.	119		.	
d	.	.	331	b''	.	
a	.	.	262		.	
f	.	.	19		.	
b''	.	.	359	c	.	
b	.	.	340		.	
b'	.	.	141		.	
f	.	.	4	c'	.	
b''	.	.	349		.	
b	.	.	302		.	
b	.	.	19	c''	.	
b'	.	.	152		.	
f'	.	.	318		.	
f	.	.	351	c'''	.	
b''	.	.	311		.	
b	.	.	243		.	

Nos des Stations	Mesures de 2e Angles	Mesures de 2e Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
b	.	.	77	c^{IV}	.	
b'	.	.	11		.	
f'	.	.	229		.	
1'	.	.	302	d	.	
1	.	.	323		.	
2	.	.	348		.	
4	.	.	39		.	
1'	.	.	335	d'	.	
1	.	.	359		.	
2	.	.	21		.	
4	.	.	54		.	
d	.	.	71		.	
a	.	.	120		.	
1'	.	.	315	e	.	
1	.	.	340		.	
2	.	.	9		.	
4	.	.	60		.	
1'	.	.	290	f	.	
1	.	.	303		.	
2	.	.	323		.	
3	.	.	349		.	
4	.	.	11		.	
5	.	.	52		.	
d	.	.	248		.	
1'	.	.	179	f'	.	
1	.	.	18		.	
2	.	.	31		.	
4	.	.	54		.	
a	.	.	96		.	
d'	.	.	69		.	
b'	.	.	119		.	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises: Angles	Directions prises: sur	Cotes de Niveau	Observations.
4	.	.	340		.	
5	.	.	20		.	
6	.	.	47	g	.	
f	.	.	304		.	
b″	.	.	237		.	
4	.	.	344		.	
f	.	.	322		.	
b″	.	.	246	g′	.	
b	.	.	222		.	
b	.	.	97		.	
b′	.	.	72		.	
f′	.	.	359	g″	.	
d′	.	.	35		.	
4	.	.	322		.	
5	.	.	358		.	
6	.	.	36	h	.	
f	.	.	289		.	
b″	.	.	245		.	
6	.	.	23		.	
f	.	.	299	h′	.	
b″	.	.	261		.	
b	.	.	239		.	
4	.	.	305		.	
5	.	.	349	i	.	
6	.	.	42		.	
4	.	.	299		.	
5	.	.	330	i′	.	
6	.	.	30		.	
6	.	.	270		.	
7	.	.	332	i″	.	
8	.	.	1		.	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
6	.	.	250	i'''	.	
7	.	.	304		.	
8	.	.	355		.	
4	.	.	320	k	.	
5	.	.	17		.	
6	.	.	52		.	
f	.	.	268		.	
5	.	.	296	l	.	
6	.	.	328		.	
7	.	.	359		.	
1'	.	.	277	m	.	
1	.	.	310		.	
2	.	.	18		.	
3	.	.	44		.	
1'	.	.	308	m'	.	
1	.	.	13		.	
2	.	.	43		.	
1	.	.	285	n	.	
2	.	.	311		.	
3	.	.	358		.	
4	.	.	88		.	
1'	.	.	10	n'	.	
1	.	.	36		.	
2	.	.	48		.	
1'	.	.	287	o	.	
1	.	.	340		.	
2	.	.	32		.	

21.

Registre de Lever par Cheminement du Polygone des bases prises sur la Crête des Glacis.

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
1	58	27,00	"	"	"	Capitale de la place-d'armes
"	238	"	"	"	"	de droite.
2	58	27,00	"	"	"	
"	238	"	"	"	"	
3	56	27,00	"	"	"	Capitale du Bastion.
"	236	"	"	"	"	
4	56	27,00	"	"	"	
"	236	"	"	"	"	
5	36	30,00	"	"	"	Capitale de la place-d'armes
"	216	"	"	"	"	de gauche.
6	36	29,00	"	"	"	
"	216	"	"	"	"	
7	36	27,50	"	"	"	
"	216	"	"	"	"	
8	36	31,00	"	"	"	
"	216	"	"	"	"	
9	239	68,00	"	"	"	Capitale de la demi-lune.
"	59	"	83	8	"	
10	237	50,00	130	7	"	
			173	6	"	
"	57	"	190	5	"	
"	"	"	84	7	"	
"	"	"	110	6	"	
11	250	59,00	143	5	"	
"	70	"	176	4	"	
"	"	"	159	3	"	
"	"	"	103	5	"	
"	"	"	122	4	"	
12	218	51,00	146	3	"	
"	38	"	169	2	"	
"	"	"	187	1	"	
13	154	49,00	102	3	"	
			123	2	"	
1	334	"	"	"	"	Fermeture.

(N°. 4).

Registre de Lever par Intersections du Canevas de la Fortification.

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
1	»	»	101°	6′	»	
	»	»	70	l	»	
	»	»	80	f	»	
	»	»	108	i″	»	
			130	i‴	»	
	»	»	337	h″	»	
	»	»	337	h′	»	
	»	»	186	i^{IV}	»	
	»	»	202	i^{V}	»	
2	»	»	120	6′	»	
	»	»	81	l	»	
	»	»	113	i″	»	
			129	i‴	»	
			320	h‴	»	
	»	»	201	h″	»	
	»	»	207	i^{IV}	»	
	»	»	218	i^{V}	»	
3	»	»	147	6′	»	
	»	»	109	4′	»	
	»	»	147	l	»	
	»	»	198	i″	»	
			200	i‴	»	
			216	h″	»	
	»	»	216	i^{IV}	»	
	»	»	225	i^{V}	»	
	»	»	95	i	»	
	»	»	98	i′	»	
4	»	»	179	6′	»	
	»	»	197	8′	»	
	»	»	219	l	»	
			123	i	»	
	»	»	141	i′	»	
	»	»	93	h	»	
	»	»	64	h′	»	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
5	.	.	176	i	.	
	.	.	192	i'	.	
	.	.	116	g	.	
			98	g'	.	
			140	h	.	
	.	.	140	h'	.	
	.	.	194	6'	.	
	.	.	83	a	.	
6	.	.	195	i	.	
	.	.	203	i'	.	
	„	.	188	h	.	
	.	„	209	h'	.	
			158	g	.	
			146	g'	.	
	.	.	143	f	.	
	.	„	124	d	.	
	„	„	71	b	.	
	.	.	82	c"	.	
7	.	.	182	g	.	
	.	.	178	g'	.	
	.	.	59	c'	.	
	„	.	66	c"	.	
			142	c‴	.	
	.	.	90	b	.	
	.	.	108	a	.	
	.	.	164	f	.	
	.	.	172	4'	.	
8	.	.	51	c	.	
	.	.	120	c'	.	
	.	.	84	c"	.	
			82	c‴	.	
			139	a	.	
	.	.	122	b	.	
	.	.	159	d	.	
	.	.	177	f	.	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Cotés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotés de Niveau	Observations.
9	"	"	160	c	"	
	"	"	192	c'	"	
	"	"	128	c"	"	
	"	"	124	c^iv	"	
	"	"	160	a	"	
	"	"	160	b	"	
			187	f	"	
	"	"	135	f'	"	
	"	"	123	g"	"	
	"	"	134	x	"	
	"	"	174	d	"	
	"	"	150	d'	"	
	"	"	188	4'	"	
d	"	"	24	a	"	
	"	"	98	e	"	
	"	"	253	f	"	
	"	"	337	b"	"	
	"	"	70	d'	"	
	"	"	218	4'	"	
			246	6'	"	
	"	"	189	3'	"	
	"	"	141	1'	"	
	"	"	118	m'	"	
	"	"	132	o	"	
	"	"	146	m	"	
	"	"	197	n	"	
a	"	"	118	d'	"	
	"	"	68	g"	"	
	"	"	97	f'	"	
			59	b'	"	
	"	"	340	b	"	
	"	"	263	b"	"	
	"	"	160	e	"	

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises Sur	Cotes de Niveau	Observations.
d'	.	.	145	e	.	
	.	.	70	f'	.	
	.	.	34	g"	.	
	.	.	163	b'	.	
			101	x	.	
			131	y	.	
	.	.	121	n'	.	
	.	.	175	m'	.	
	.	.	190	o	.	
	.	.	203	m	.	
b	.	.	120	b'	.	
	.	.	200	b"	.	
			340	c	.	
			21	c"	.	
	.	.	79	c^IV	.	
	.	.	97	g"	.	
b'	.	.	119	f'	.	
			332	c"	.	
			16	c^IV	.	
	.	.	75	g"	.	
f'	.	.	149	c^IV	.	
	.	.	4	g"	.	
	.	.	165	n'	.	
			200	m'	.	
			210	o	.	
	.	.	135	x	.	
	.	.	151	y	.	
	.	.	197	1'	.	
f	.	.	168	3'	.	
	.	.	190	4'	.	
	.	.	228	5'	.	
			123	1'	.	
			156	n	.	
	.	.	119	m	.	
	.	.	109	o	.	
	.	.	45	k	.	

Nos. des stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations
e	.	.	340	a	.	
	.	.	82	x	.	
	.	.	112	y	.	
	.	.	160	1'	.	
	.	.	207	3'	.	
			237	4'	.	
	.	.	228	n	.	
	.	.	181	m	.	
	.	.	160	o	.	
	.	.	137	m'	.	
	.	.	92	n'	.	
x	.	.	235	n'	.	
			169	y	.	
	.	.	220	1'	.	
y			251	1'	.	
			271	o	.	
1'	.	.	251	3'	.	
	.	.	340	e	.	
			340	a	.	
	.	.	35	n'	.	
	.	.	285	n	.	
3'	.	.	330	4'	.	
			256	8'	.	
	.	.	239	9'	.	
4'	.	.	266	5'	.	
			319	k	.	
			238	8'	.	
	.	.	221	9'	.	
5'	.	.	266	6'	.	
			71	k	.	
			259	l	.	
	.	.	209	9'	.	

N.os des Station	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
6'	"	"	210	7'	"	
	"	"	52	k	"	
	"	"	243	k'	"	
			37	i	"	
	"	"	259	i'''	"	
	"	"	107	3'	"	
	"	"	190	9'	"	
7'	"	"	210	8'	"	
	"	"	284	k'	"	
			319	i'''	"	
	"	"	285	i^{IV}	"	
	"	"	359	l	"	
8'	"	"	150	9'	"	
	"	"	353	i''	"	
	"	"	338	h''	"	
			335	h'''	"	
	"	"	314	i^{IV}	"	
	"	"	313	i^{V}	"	
	"	"	335	k'	"	

Registre de Lever par Intersections, modifié pour faciliter la Construction du Canevas.

N°s des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations
5	.	.	83		.	
7	.	.	108		.	
8	.	.	139	a	.	
9	.	.	160		.	
d	.	.	24		.	
1'	.	.	340		.	
6	.	.	71		.	
7	.	.	90		.	
8	.	.	122	b	.	
9	.	.	160		.	
a	.	.	340		.	
8	.	.	51		.	
9	.	.	160	c	.	
b	.	.	340		.	
7	.	.	59		.	
8	.	.	120	c'	.	
9	.	.	192		.	
7	.	.	66		.	
8	.	.	84		.	
9	.	.	128	c''	.	
b	.	.	21		.	
b'	.	.	332		.	
6	.	.	82		.	
7	.	.	142	c'''	.	
8	.	.	182		.	
9	.	.	124		.	
b	.	.	79	c^{IV}	.	
b'	.	.	16		.	
f'	.	.	149		.	

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
6	.	.	124		.	
8	.	.	159	d	.	
9	.	.	174		.	
9	.	.	150		.	
d	.	.	70	d'	.	
a	.	.	118		.	
d	.	.	98		.	
d'	.	.	145	e	.	
a	.	.	118		.	
1	.	.	80		.	
6	.	.	143		.	
7	.	.	164	f	.	
8	.	.	177		.	
9	.	.	187		.	
d	.	.	253		.	
9	.	.	135		.	
a	.	.	97	f'	.	
d'	.	.	70		.	
b'	.	.	119		.	
5	.	.	116		.	
6	.	.	158	g	.	
7	.	.	182		.	
5	.	.	98		.	
6	.	.	146	g'	.	
7	.	.	178		.	
9	.	.	123		.	
a	.	.	68		.	
d'	.	.	34	g''	.	
b	.	.	97		.	
b'	.	.	75		.	
f'	.	.	4		.	

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises Côtés	Cotes de Niveau	Observations
4	.	.	93		.	
5	.	.	140	h	.	
6	.	.	188		.	
4	.	.	64		.	
5	.	.	140	h'	.	
6	.	.	209		.	
1	.	.	337		.	
2	.	.	201	h''	.	
3	.	.	216		.	
8'	.	.	338		.	
1	.	.	337		.	
2	.	.	320	h'''	.	
8'	.	.	335		.	
3	.	.	95		.	
4	.	.	123	i	.	
5	.	.	176		.	
6	.	.	195		.	
3	.	.	98		.	
4	.	.	141	i'	.	
5	.	.	192		.	
6	.	.	203		.	
1	.	.	108		.	
2	.	.	113	i''	.	
3	.	.	198		.	
1	.	.	130		.	
2	.	.	129		.	
3	.	.	200	i'''	.	
7'	.	.	319		.	
8'	.	.	353		.	

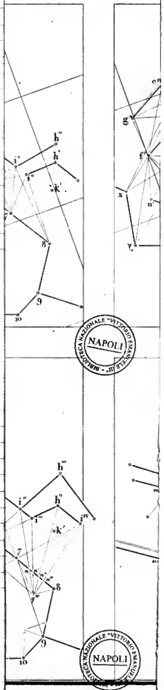
Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations.
1	"	"	186	i^{IV}	"	
2	"	"	207		"	
7'	"	"	285		"	
8'	"	"	314		"	
1	"	"	202	i^{V}	"	
2	"	"	218		"	
8'	"	"	313		"	
f	"	"	85	k	"	
4'	"	"	319		"	
5'	"	"	11		"	
6'	"	"	243		"	
6'	"	"	243	k'	"	
7'	"	"	284		"	
8'	"	"	335		"	
1	"	"	70	l	"	
2	"	"	81		"	
3	"	"	147		"	
4	"	"	219		"	
5'	"	"	295		"	
7'	"	"	359		"	
d	"	"	146	m	"	
d'	"	"	203		"	
f	"	"	119		"	
e	"	"	181		"	
d	"	"	118	m'	"	
d'	"	"	175		"	
f'	"	"	200		"	
e	"	"	137		"	
f	"	"	156	n	"	
d	"	"	197			
e	"	"	228		"	

Nos des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Cotés	Directions prises Angles	Directions prises sur	Cotes de Niveau	Observations
d'	"	"	121		"	
f'	"	"	165		"	
e	"	"	92	n'	"	
1'	"	"	35		"	
x	"	"	235		"	
d	"	"	132		"	
d'	"	"	190		"	
f	"	"	109	o	"	
f'	"	"	210		"	
e	"	"	160		"	
g	"	"	134		"	
f'	"	"	135	x	"	
d'	"	"	101		"	
e	"	"	82		"	
e	"	"	112		"	
d'	"	"	131	y	"	
f'	"	"	151		"	
x	"	"	169		"	
f	"	"	123		"	
f'	"	"	197		"	
e	"	"	160	1'	"	
x	"	"	220		"	
d	"	"	141		"	
y	"	"	251		"	
e	"	"	207		"	
d	"	"	289		"	
f	"	"	168	3'	"	
1'	"	"	251		"	
6'	"	"	107		"	

N.os des Stations	Mesures des Angles	Mesures des Côtés	Directions prises Angles	Directions prises Sur	Cotes de Niveau	Observations
3	"	"	109		"	
7	"	"	172		"	
9	"	"	188		"	
d	"	"	218	4'	"	
e	"	"	237		"	
f	"	"	190		"	
3'	"	"	330		"	
1	"	"	101		"	
2	"	"	120		"	
3	"	"	147	6'	"	
4	"	"	179		"	
5'	"	"	266		"	
d	"	"	246		"	
4	"	"	197		"	
3'	"	"	256	8'	"	
4'	"	"	238		"	
7'	"	"	210		"	
3'	"	"	239		"	
4'	"	"	221		"	
5'	"	"	209	9'	"	
6'	"	"	190		"	
8'	"	"	150		"	

d'un Lever de F

Canevas avec la Boussole



.

...nevas de
...et avec la
...la méthode
...nt les int-
...nt on mesure

...t le lever
..., s'exécutent,
...u mètre,

...ses. (fig. 3)

... construit
...oint a été
...du N.° 1, de
...ou de qua-
...nt dont on

...mmet N.° 2;
...natter par
...la tenaille,
...é, rencontre
...rigné du
...pour être
...rvir à fixer
...on mesure
...'appuient, et
...la carte
...qui sont
...14 aussi
...n d'un point
...et n.
...les sommets
...; doivent
...t plus ex-
...et facilité

N.os des Stations	Me[…] Ang[…]
3	„
7	„
9	„
d.	„
e	„
f	„
3′	„
1	„
2	„
3	„
4	„
5′	„
d	„
4	„
3′	„
4′	„
7′	„
3′	„
4′	„
5′	„
6′	„
8′	„

Lever du Canevas au Mètre.

Il s'agit d'exécuter le lever au mètre du même canevas de fortification que l'on vient de lever avec la planchette et avec la boussole. Ce lever s'exécute comme les premiers, d'après la méthode du cheminement et celle des intersections, en suppléant les instruments qui mesurent les angles par des triangles dont on mesure les trois côtés.

Le lever par cheminement du polygone des bases et le lever par intersections des points qui se rattachent à ces bases, s'exécutent, comme on l'a expliqué pour les éléments du lever au mètre, dans la première partie du Cours, page 5, Pl. 1.

Lever par Cheminement du polygone des bases. (fig. 3)

L'angle du polygone qui a son sommet au N.° 1, se construit sur la carte au moyen du triangle a, N.° 1, a'. Le point a est pris sur le côté N.° 1–15 du polygone, à une distance du N.° 1, de huit, douze ou seize mètres, c'est-à-dire, de deux, trois ou de quatre longueurs du quadruple-mètre, qui est l'instrument dont on se sert pour ce mesurage.

Le point a' serait convenablement situé sur le sommet N.° 2; mais on remarque qu'une droite, que l'on devra faire passer par les points h du réduit de la place-d'armes, et n de la tenaille, pour relever ces points par intersections, étant prolongée, rencontrera les côtés N.° 1–2 et N.° 2–3 en un point a' peu éloigné du sommet N.° 2, et par conséquent convenablement placé pour être un des sommets du triangle dont il s'agit, et pour servir à fixer la position de la droite a', n, h. Ce triangle construit, on mesure les côtés, ainsi que ceux du polygone sur lesquels ils s'appuient, et on a toutes les données nécessaires pour construire sur la carte l'angle du sommet N.° 1, les côtés N.° 1–2 et N.° 2–3 qui sont dans la même droite, et les côtés N.° 1–15 et N.° 15–14 aussi dans une autre même droite. Enfin on a la projection d'un point a' qui servira au lever par intersections des points h et n.

Cette manière de coordonner les points qui sont les sommets des triangles du lever par cheminement, avec ceux qui doivent servir au lever par intersections, conduit à des résultats plus exacts; elle diminue le nombre de ces points, simplifie et facilite les opérations.

C'est en opérant d'une manière analogue que le triangle b-N.°3-b', qui doit servir à construire l'angle du sommet N.° 3 du polygone, servira aussi à construire la droite qui doit concourir au lever par intersections des points a et d du réduit de la demi-lune. Ce triangle a un de ses côtés N.° 3-b dans le prolongement des bases N.° 1-2 et N.° 2-3. Un autre de ses côtés bb' est déterminé par la droite que l'on fait passer par les points a et b, et qui, étant prolongée, rencontre le côté N.° 3-4 du polygone en b', et le prolongement de la base N.° 1-3 en b. On mesure les distances N.° 3-b', b'-b et b-N.°3, et on a toutes les données nécessaires pour construire l'angle qui a son sommet au N.° 3, et la droite qui passe par a et d. Et enfin d'après la mesure de la distance N.° 3-4, qui est le côté du polygone, on construit ce côté, et le sommet N.° 4 est projeté.

Le triangle N.° 3-4-p servira à construire l'angle du sommet du polygone N.° 4. Le point p est déterminé par le prolongement d'une droite que l'on fait passer par les points c, c', c''', g', g qui, étant prolongée, coupe les côtés du polygone N.° 4, 5, 6 au point dont il s'agit.

Le triangle p-N.° 6-N.°-7 servira à construire l'angle du sommet N.° 6. Comme le lever que l'on se propose de faire ne s'étend pas au-delà du chemin couvert du bastion, le sommet N.° 7 du polygone peut être pris pour sommet du triangle qu'il s'agit de composer. Si le lever eût dû s'étendre à celui de la deuxième demi-lune, ce sommet du triangle eût été pris dans le prolongement d'une droite, que l'on eût fait passer, comme pour p, par la ligne de canevas du chemin couvert.

L'angle du sommet N.° 8 sera construit au moyen du triangle N.° 7-8-9.

L'angle du sommet N.° 9 sera construit par un double triangle. Un troisième triangle combiné avec ceux-ci servira à construire l'angle du sommet N.° 10.

De doubles triangles serviront à construire les angles des sommets N.° 11, 12 et 13.

Un triangle simple servira à construire le sommet N.° 14, au moyen duquel on construira le côté N.° 14-N.° 1, qui sera celui de la fermeture du polygone.

Lever par Intersections des points du Canevas.

Les opérations du lever du polygone étant achevées, on s'occupe du lever par intersections des points qui doivent compléter le canevas. Ces points, comme pour le lever à la planchette ou à la boussole, doivent être déterminés par au moins trois coordonnées et par un plus grand nombre, toutes les fois que cela est possible.

Un triangle b'',y,b''' est formé par la rencontre de la ligne de canevas de la demi-courtine de gauche prolongée, et une droite que l'on fait passer par les points a,d' du réduit de la demi-lune, qui déterminent le point b''', un des sommets du polygone. Cette même droite coupe la ligne du canevas y y' en un point b'', qui est un deuxième sommet; et le troisième sommet sera en y. D'après la mesure de ses côtés, ce triangle servira à construire l'angle rentrant y et le côté y-y', et de plus la droite b''',b'',d',a.

Cette dernière droite b'''b''d'a, celle menée par la face de droite du réduit de la demi-lune bb'da, et la droite N°. 14-1 du polygone des bases prise dans la direction de la capitale de la demi-lune, ces trois lignes prolongées seront les coordonnées dont le concours déterminera sur la carte la projection du point a. L'angle y' sera construit au moyen du triangle y,y',y''; le sommet y'' est pris sur le point milieu de la face de droite du bastion de gauche.

Le point b, saillant de la demi-lune, sera déterminé par une première droite bf prise sur la face de droite prolongée jusqu'à la ligne de canevas du bastion N°. 4-6, et sur le côté N°. 3,p du triangle N°. 3-4-p, sur lesquels elle détermine les points q,q', qui composent un triangle q,q',p, qui sert à construire sur la carte la droite q',q,f,b. Une deuxième droite qui doit passer par le point b est celle que l'on mène par bf', face de gauche de la demi-lune, que l'on prolonge jusqu'à la ligne de canevas y'-y'' du bastion de gauche, et sur le côté y-y'' du triangle y-y'-y''. Elle détermine q'',q''' qui composent un triangle q'''-q''-y'', au moyen duquel on construit la droite q''',q'',f',b. La troisième droite, qui doit concourir avec les deux premières pour déterminer la projection du point b sur la carte, est celle de la capitale qui passe par le point a sommet du réduit, et le N°. 1 milieu de la courtine.

Le point c sera projeté sur la carte par la droite de la capitale prolongée de b en c, et par les droites c-p et c-y'' prises sur les

faces de droite et de gauche de la demi-lune, et prolongées pour composer le triangle p, p', q' à droite, et le triangle y''-p''-q'' à gauche, au moyen desquels se construit la projection de ces droites; et le point c se trouve être déterminé par trois coordonnées, savoir: pc, bc et y''c.

Les points d et d' du réduit de la demi-lune qui sont, l'un dans la droite ab', et l'autre dans la droite ab'', auront pour deuxièmes coordonnées les droites d-d'' et d'-d''' prises sur les flancs du réduit de la demi-lune et prolongées sur la ligne de canevas de la courtine, celle de droite jusqu'en t et t'', et celle de gauche jusqu'en t' et t'''. Ces points composent, à droite, le triangle t-t''-a', et à gauche le triangle t'-t'''-a'', au moyen desquels on construit la projection de ces droites. Les points d et d' ont pour troisièmes coordonnées les droites d-m' et d'-m. Les points m' et m sont pris sur la tenaille; ces droites sont prolongées sur la ligne de canevas de la courtine jusqu'en x et x' pour le point d, et jusqu'en x'' et x''' pour le point d'. On joint x' à l'angle rentrant de gauche y, et x''' à l'angle rentrant de droite N.° 3 et on compose ainsi deux triangles x, x', y et x'', x''', N.° 3 au moyen desquels on construit ces dernières lignes sur la carte. Enfin les points d et d' se trouvent déterminés par trois coordonnées, savoir: d par d-b', d-t, d-x, et le point d' par d'-b'', d-t', d'-x''.

Le point e pris à la gorge de la demi-lune, est aussi déterminé par trois coordonnées, par la capitale N.° 1-a dans laquelle il se trouve, et par les droites en et en': en est prolongée jusqu'à z sur la ligne de canevas du flanc du bastion de droite, N.° 3-4 et z' sur le côté N.° 3-p du triangle N.° 3-4-5: en' est prolongée jusqu'à z'' sur la ligne de canevas du flanc du bastion de gauche y-y' et z'', sur le côté yy' du triangle y-y'-y''. Ces droites ez et ez'' sont fixées de position et construites sur la carte, savoir: celle de gauche, au moyen du triangle z''-z'''-y, et celle de droite au moyen du triangle z-z'-N.° 3.

Les points f et f' qui sont déjà dans les droites bq et bq' auront pour deuxième et troisième coordonnées, savoir: le point f, une droite fn qui prolongée rencontre la ligne de canevas de la courtine en s que l'on prolonge jusqu'en s'; une deuxième droite fm qui prolongée rencontre la ligne de canevas de la courtine en r' que l'on prolonge jusqu'en r'' sur le côté a-a'' du triangle a-N.° 1-a''. Le point f' a pour coordonnées f', n' qui prolongées

rencontre la ligne de canevas de la courtine en s'' que l'on prolonge jusqu'en s''', et une deuxième droite f' m qui prolongée rencontre la ligne de canevas de la courtine en r et en r''' sur le côté a-a' du triangle a-Nº 1-a'. On joint s à a', s''' à a'', ce qui compose deux triangles s-s'-a' et s''-s'''-a''; c'est au moyen de ces triangles que l'on fixe la position des droites f n s et f n s''. La position des deux autres droites f m r' et f' m' r est fixée par les deux triangles r, r'', a'' et r, r'', a'. Les points f et f' se trouvent ainsi déterminés par trois coordonnées.

Le point l pris au saillant du chemin couvert du bastion est déterminé par les droites, savoir: 1º l-Nº 6 prise dans la capitale du bastion; 2º l, p prolongée jusqu'en p''' sur le côté q, q' du triangle q, q', p qui compose un autre triangle q, p''', p au moyen duquel on construit sur la carte la droite p''', p, l; 3º l, Nº 7 qui prolongée jusqu'en q'''', et joignant q'''' au sommet Nº 8, compose un triangle Nº 8, q'''', Nº 7; et ainsi le point l se trouve être déterminé par trois coordonnées.

Le point m est déjà à l'intersection des droites f, m, r' et d', m, x''. La troisième coordonnée du point m est une droite que l'on fait passer par m n que l'on prolonge jusque sur le parapet du bastion, et qui rencontre en un point o''' la ligne de canevas du flanc Nº 3-4 ainsi prolongée.

Le point m' se trouve, comme le point m, à l'extrémité de deux droites f', m', r et d, m', x, et la troisième coordonnée est le prolongement d'une droite que l'on fait passer par m' n' jusqu'en o''' point d'intersection de cette ligne avec celle de canevas y-y' aussi prolongée.

Le point n est à l'intersection des droites f n s, e n z, m n o''' et h n a'.

Le point n' est à l'intersection des droites f' n' s'', e n' z'', m' n' o''' et h'''' n' a''. Les droites h n a' et h'''' n' a'' sont fixées de position au moyen des triangles a' o' r''' et a'' o'' r''. Il résulte de la combinaison de ces lignes que les points m et m' sont déterminés par les trois coordonnées et les points n, n' par quatre.

Le point o de la tenaille est fixé de position par la mesure de sa distance à m ou m'.

Les points b' et b'' des faces de la demi-lune sont déterminés par la mesure directe de leur distance au point b.

Le point h du saillant du réduit de la place-d'armes à droite de la demi-lune, se trouve à l'intersection des droites h n a', h i w

et hgj". La droite hi de la face de droite du réduit, prolongée rencontre la ligne de canevas de la face de gauche du bastion en w. Elle rencontre h"i"w' aussi prolongée en w" au sommet N°.6, et on a ainsi composé deux triangles N°.6—w"—w et N°.6 w"—w'. C'est au moyen de ces triangles que l'on construit sur la carte les droites hiw et h"'i"w'. La troisième coordonnée du point h est la droite hg prise sur la face de gauche du réduit. Elle rencontre la ligne de canevas de la face de droite de la demi-lune en j" prolongée jusqu'en j" sur le terreplein; j"' joignant b" compose un triangle j"j"' et b" au moyen duquel on construit la droite hgj". Par une opération semblable, on détermine de position la droite h"g" prise sur le parapet du réduit de la place-d'armes de gauche. Ainsi le point h se trouve être déterminé par trois coordonnées hna', hiw et hgj".

Le point h' saillant du chemin couvert de la place-d'armes se détermine par deux droites h'g'j. et h'i'v, et par la capitale hh'. La droite h'g' est prolongée jusqu'en j sur la demi-lune et en j"' sur son terre-plein; joignant j"' à b", on compose le triangle jj"b" au moyen duquel on construit sur la carte la droite h'g'j. La droite h'i est prolongée jusqu'en v face de gauche du bastion et en v" point de rencontre d'une autre droite h"'i'v' prise sur la face de gauche de la place-d'armes de droite, joignant w" au sommet N°.6 on compose deux triangles N°6—v"—v et N°.6—v"—v' au moyen desquels on construit sur la carte les droites h'-g'-j et h'-i'-v. Ainsi le point h' est déterminé par trois coordonnées hh' prises dans la capitale, h'g'j et h'i'v.

Le point h" du réduit de la place-d'armes de droite se trouve dans la droite déjà déterminée h"i"w'; une deuxième droite que l'on mène par h" et q"' près de l'angle d'épaule de droite du bastion, qui coupe la face N°.7—8 en n", compose un triangle n"—q"'—N°.8, au moyen duquel on construit sur la carte la droite h"q"'. La mesure directe de la distance entre les points h"i" tient lieu de la troisième coordonnée. Le point h" est ainsi déterminé par deux lignes de projection et une mesure directe qui vérifie la projection de ces lignes.

Le point h"' saillant du chemin couvert de la même place d'armes, se trouve dans la ligne déjà déterminée h"'i et v'; la deuxième coordonnée se prend dans la capitale h"h"', et la troisième est suppléée par la mesure directe de la distance entre les

points h''i''. Le point h''' est ainsi déterminé par deux lignes de projection et une mesure directe qui vérifie la position de ces lignes.

Le point i pris sur le réduit de la place-d'armes, à droite de la demi-lune, se trouve dans la droite hiw déjà déterminée; dans une deuxième droite que l'on fait passer par i ou g de la face de la demi-lune que l'on prolonge jusqu'en g' sur le terreplein; on joint g' à j'', et on compose ainsi un triangle qui sert à construire la droite iq; enfin dans une troisième droite que l'on fait passer par i et par p''' qui coupe la face No. 4-5 du bastion en un point d pris pour sommet d'un triangle d-p'''-q, au moyen duquel on construit sur la carte la droite id; et le point i est déterminé par trois coordonnées iw, id et iq.

Le point i' pris sur la traverse de droite de la même place d'armes est dans la droite h'iv déjà déterminée, et dans une deuxième droite que l'on fait passer par i et p''', elle coupe la face No. 4-5 du bastion en un point d' qui avec p''' permet de composer le triangle d'-p'''-q au moyen duquel on construit sur la carte la droite i'd'. On supplée à la troisième coordonnée par la mesure directe de la distance h'i'; et le point i' est déterminé par deux lignes de projection et une mesure directe qui vérifie la position de ces lignes.

Le point g du réduit de la même place-d'armes, se trouve dans les droites cgp et hgj'' déjà déterminées, la mesure directe de la distance de h à g vérifie la position de ces lignes.

Les points g' de la traverse de gauche de la place-d'armes, est dans les droites cg'p et h'g'j déjà déterminées. La mesure directe de la distance de h' à g' vérifie la position de ces lignes.

Les points g'', g''', i^v, h^{iv}, h^v de la place-d'armes de gauche se déterminent par les mêmes moyens que ceux que l'on vient d'employer pour le lever des points de la place d'armes de droite. Il en est de même pour le lever des points de la troisième place-d'armes.

Les points c, c', c'', c''' du chemin couvert sont déterminés par la mesure directe de leurs distances respectives.

Les lignes que l'on fait passer par les points du canevas s'observent avec le fil-à-plomb qui marque sur le terrain les points que doivent déterminer ces lignes prolongées sur les bases, et en dedans de ces bases pour composer les triangles au moyen desquels on fixe leur position.

Les côtés du triangle réduits à leur projection, sont mesurés avec le quadruple-mètre, tenu dans une position horizontale, son extrémité relevée, projetée sur le terrain, au moyen du fil-à-plomb ou d'une fiche en fer que l'on abandonne à son propre poids, et qui marque ce point duquel on part pour continuer le mesurage.

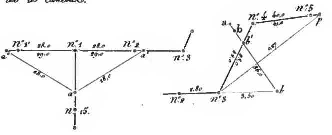


Quant aux droites que l'on fait passer par les points de canevas des ouvrages et par les lignes de bases, que l'on prolonge en dedans des parapets jusque sur les terre-pleins pour composer les triangles, tels que ceux qui fixent la position de la capitale de la demi-lune, a-N.°1-a' et a-N.°1-a", et dont le côté N.°, a est prolongé, jusqu'aux N.os 15 et 14 deux des côtés du polygone des bases qui sont dans la même droite. On remarquera que l'on ne peut prolonger directement cette ligne jusqu'en a, parce que, la hauteur du parapet empêcherait de voir en même temps les deux points N.° 1 milieu de la courtine et a saillant du réduit de la demi-lune. Pour rendre l'opération possible l'observateur se place d'abord sur la banquette, par exemple, en x, d'où il voit le N.° 1, o e et a. Il recule sans sortir de la ligne a N.° 1, jusqu'en x'. (Voyez la figure ci-jointe). Dans cette position le rayon visuel passe par le sommet du jalon placé sur a, par le point N.° 1 et la crête intérieure du parapet. Ce rayon est aussi bas que possible; on ne peut plus reculer sans cesser de voir le point a. Alors avec le fil-à-plomb on projette le point x' sur le terrain, sur lequel on place un jalon, et au moyen de ce jalon et de celui placé sur le N.° 1 on prolonge la droite N.° 1, x' jusqu'aux points N.os 15 et 14; et sur la même droite N.° 1, 15, on fixe la position du sommet a, des triangles a-a' et a-a".

On emploie les mêmes moyens pour prolonger les lignes qui doivent servir à la composition de tous les triangles formés sur des bases prises sur des parapets.

Le croquis que l'on a d'abord fait pour étudier et classer les opérations du lever, présentent des triangles de trop petites dimensions pour que l'on puisse écrire sur chacun la mesure de leurs côtés, avec assez de netteté, pour n'avoir pas à craindre quelque confusion dans cette notation et par suite des erreurs, lorsqu'il s'agit de construire ces triangles sur la carte. Pour éviter cet inconvénient, on fait un croquis particulier pour chacun des triangles, et assez grand pour écrire facilement la mesure de leurs côtés.

Par exemple, les triangles N° 1-a-a' et N° 1-a-a" qui sont les premiers de la série, seront tracés et cotés comme on le voit par la fig. ci-jointe, ainsi que les triangles N° 3-b-b' et N° 3-4-p, et ainsi de tous ceux que l'on aura à compter pour complet-ter le Canevas.



Nivellement d'un Lever de Fortification de peu d'étendue.

Du Polygone des Bases.

Le nivellement du canevas d'un lever de fortification de peu d'étendue s'exécute comme celui d'un lever d'ensemble, c'est-à-dire, que pour ce nivellement, on coordonne la suite des opérations suivant des sommets de polygones qui se vérifient par leur fermeture.

Par exemple, pour le polygone des bases (Fig 4), on cherche la différence de hauteur entre le sommet N° 1 et le sommet N° 2; répétant la même opération on nivelle par cheminement les sommets N°s 3, 4, 5 jusqu'au N° 15 et 1 point de fermeture, sur lesquels, si on a bien opéré, on doit trouver la même cote de niveau que celle qui a été donnée pour repère. Cette cote de repère, qui exprime la distance du point du terrain au plan général de comparaison, est donnée ou prise arbitrairement, mais de manière à ce que ce plan de comparaison passe au-dessus des points les plus élevés des ouvrages qu'il s'agit de niveler. Nous supposons, pour notre exemple, que le premier sommet du polygone, le N° 1 soit à la cote 20,00. Cette cote est écrite dans le registre comme repère, pour servir à conclure, d'après les opérations du nivellement la cote des autres points du polygone, c'est-à-dire, leurs distances au même

au même plan de comparaison.

Les opérations du nivellement polygonal consistent, comme on le sait, à placer l'instrument à une distance égale entre le point de repère et le point à niveler; à observer la hauteur de la mire du voyant, placé successivement sur l'un et l'autre de ces points; à chercher la différence entre ces hauteurs, à ajouter ou retrancher ces différences de la cote donnée pour repèrer, selon que ce point de repère est plus bas ou plus haut que le point nivelé.

Les résultats des opérations du nivellement sont écrits dans les registres, comme il suit, savoir: dans la première colonne, le numéro du point de repère et de celui nivelé; dans la deuxième colonne la hauteur de la mire, observée sur les deux points. La différence entre ces deux hauteurs est écrite dans la troisième ou la quatrième colonne; la cote du point de repère et celle du point nivelé sont écrites dans la cinquième colonne (voyez le registre No. 1).

Les différences de hauteur entre les points se distinguent par positives et par négatives. Elles sont positives et s'écrivent dans la première colonne des différences, lorsque le point de repère est plus bas que le point nivelé. Alors la différence est retranchée de la cote de repère, et le reste est la cote cherchée.

La différence est négative et s'écrit dans la deuxième colonne des différences, lorsque le point de repère est plus haut que le point nivelé. Alors la différence est ajoutée à la cote de repère, et la somme est la cote cherchée.

Ainsi, par exemple, la hauteur du voyant sur le repère No. 1 est de 1,20 et sur le No. 2 à niveler de 1,25; la différence entre ces deux hauteurs est de 0,05 centimetres: Le point No. 2 est plus bas que le repère No. 1; la différence est négative; aussi est-elle écrite dans la deuxième colonne des différences; le point No. 2 étant plus bas que le No. 1 de 0,05 centimetres, sa distance au plan général de comparaison est aussi plus grande de cette quantité, et la cote du point No. 2 est égale à la cote de repère plus la différence de 0,05 centimetres; elle est donc de 20,00 + 0,05 = 20,05.

Le point No. 2 étant pris pour repère de nivellement du point No. 3, la hauteur de la mire, observée sur ce repère est de 1,32, sur le point à niveler No. 3, de 1,24 centres;

la différence entre ces hauteurs est de 0,08 centimètres. Le point N.° 3 est plus haut que le point de repère; la différence est positive; elle s'écrit dans la première colonne des différences. Le point nivelé étant plus haut que le repère, de 0,08 centimètres, il est plus rapproché de cette quantité du plan général de comparaison de cette quantité, et sa cote doit être celle du repère moins la différence; elle est de 20,05 − 0,08 = 19,97.

Continuant à opérer successivement sur tous les sommets du polygone, on nivelle les points N.os 4, 5, 6 &c., et on arrive au point N.° 1 de fermeture, où l'on trouve, si on a bien opéré, la cote donnée pour ce point. L'ensemble de ces opérations se vérifie sur le registre, en faisant la somme des différences positives et celle des différences négatives, lesquelles doivent être égales, lorsque le polygone se ferme sur lui-même, et que le point de fermeture est le même que le point de départ.

Si le nivellement ne se ferme pas sur le même point que celui qui a été donné pour premier repère, et que les cotes des points de départ et de fermeture soient différentes; dans ce cas, la différence des sommes produites par l'addition des différences positives et négatives faites sur le registre, sera égale à celle qui existe entre la cote du point de départ et celle du point de fermeture.

D'après notre exemple, Fig. 4, le polygone des bases reste numéroté, comme il l'a été pour les opérations du levé; la marche des opérations est celle du cheminement; le nivellement est simple, composé, ou à voyant renversé. Il sera simple du sommet N.° 1 au sommet N.° 9. Pour trouver la différence de hauteur entre les sommets N.° 9 et 10, on emploie le nivellement composé que l'on exécute par le nivellement des points intermédiaires a et b. Les résultats de ces opérations, comme on le voit sur le registre, sont écrits comme ceux du nivellement simple. On continue à opérer suivant la méthode du nivellement simple, sur les sommets N.° 11, 12, 13 et 14. Ce dernier point est à l'entrée de la poterne du corps de place. Pour trouver la différence de hauteur entre ce point et le N.° 15, on emploie le nivellement à voyant renversé. Par exemple, on prendra la hauteur de la mire sur le point N.° 14; cette distance sera celle du point du terrain au plan du niveau; elle est de 1,90. Le voyant renversé mesurera la distance du

point supérieurs N°. 15 au même plan. Cette distance est de 2,60. La distance verticale cherchée entre les points N°s 14 et 15 sera 1,90 + 2,60 = 4,50. On reconnaît sur le registre, l'emploi que l'on a fait de cette manière d'opérer par les deux petites lettres v r (Voyez le registre N°. 1).

Nivellement de la demi-lune et de son Réduit.

Le nivellement de la demi-lune et de son réduit s'exécute en coordonnant les points à niveler, de manière à former des polygones qui se rattachent, savoir: celui du réduit au polygone du corps de place et celui de la demi-lune au polygone du réduit.

Le polygone du réduit de la demi-lune a son point de départ, et sa cote de repère du nivellement au N°. 4 du polygone des bases, pris à l'angle d'épaule du bastion de droite. Son premier point sur le réduit a le N° 2, et les autres points les N°s 3, 4, 5, 6, le N°. 7 est à l'angle d'épaule du bastion de gauche; le N°. 8 à l'angle rentrant, le N°. 9 au milieu de la demi courtine, et le N°. 1 point de fermeture, sur le polygone des bases. (Voyez le registre N°. 2).

Le polygone de la demi-lune a son point de départ et sa cote de repère de nivellement au N°. 6 du polygone du réduit sur le flanc de gauche de ce réduit; le sommet N°. 2 du polygone de la demi-lune est sur la tablette du mur de revêtement de l'entrée de la poterne de gauche; le N°. 3 au pied de ce mur; le N°. 4 au milieu de la gorge; le N°. 5 au pied du mur de revêtement de l'entrée de la poterne de droite; le N°. 6 sur la tablette de ce revêtement; le N°. 2 du polygone du réduit tient lieu du sommet N°. 7 du polygone de la demi-lune; le N°. 8 de ce dernier polygone est à l'extrémité de la face de droite de la demi-lune; le N°. 9 au milieu de cette face, le N°. 10 au saillant; le N°. 11 au milieu de la face de gauche; le N°. 12 à l'extrémité de cette face; le N°. 6 du polygone du réduit est le point de fermeture. La différence de hauteur entre les points N°s 2–3 et N°s 5–6 des poternes se mesure par l'opération du nivellement à voyant renversé. (Voyez le registre N°. 3).

Nivellement de la tenaille.

On peut concevoir un polygone composé de manière à avoir son point de départ et sa cote de repère de nivellement sur le point N.° 4 de la gorge de la demi-lune et les autres sommets sur les points N.° 2, 3, 4, 5 de la tenaille et le N.° 4 point de départ et de fermeture, et opérer pour le nivellement de ce polygone, comme pour les autres; mais pour ce cas particulier il est plus simple et plus prompt d'exécuter ce nivellement par la méthode du rayonnement. Pour cette opération le niveau est placé sur le milieu de la courtine de la tenaille, on mesure la distance du point N.° 4 de repère au plan du niveau en plaçant le voyant sur ce point, et successivement sur les points N.° 2, 3, 4, 5 de la tenaille, dont on mesure également les distances au même plan. On enregistre ces distances et on en conclut les cotes des 9 points sur lesquels on a opéré (Voyez le registre N.° 4).

Nivellement du chemin couvert de la demi-lune.

Le polygone de nivellement du chemin couvert de la demi-lune a son point de départ sur le sommet N.° 8 du polygone de la demi-lune, pris à l'extrémité de sa face de droite, et son point de fermeture sur le sommet N.° 12 du même polygone de la demi-lune pris à l'extrémité de sa face de gauche. Le sommet N.° 2 du polygone du chemin couvert est pris à l'extrémité de la face de gauche du réduit de la place-d'armes à droite de la demi-lune. Les sommets N.° 3, 4, 5 sont pris sur les traverses de la branche de droite du chemin couvert. Les N.° 6, 7, 8, 9 et 10 sont pris au sommet et sur les traverses de la branche de gauche, et l'extrémité de la face de droite du réduit de la place-d'armes et enfin, on arrive au sommet N.° 12 du polygone de la demi-lune qui est le point de fermeture. (Voyez le registre N.° 5).

Nivellement du réduit de la place-d'armes à droite de la demi-lune.

Le point de départ et de repère du nivellement du réduit de la place-d'armes est un des sommets du polygone du chemin couvert. Il est pris à l'extrémité de la face de gauche de ce réduit. Les points N.° 3 et 4 sont pris au saillant et à l'extrémité de la face

de droite. Les points 5, 6, 7, 8 et 9 sont pris sur les murs de revêtement des entrées de poterne et sur le milieu de la gorge; enfin le polygone du réduit de la place-d'armes se ferme sur le sommet N.° 2 qui est le point de départ et de repère du nivellement. La différence de hauteur entre les points N.os 5 et 6 et N.os 8 et 9 qui sont pris sur les tablettes et les pieds des murs de revêtement des entrées des poternes, sont mesurées par les opérations du nivellement avec le voyant renversé, par les mêmes moyens que l'on a employés pour le nivellement du polygone de la demi-lune (Voyez le registre N.° 6).

Nivellement du chemin couvert du bastion de droite.

Le nivellement du chemin couvert du bastion de droite, comprend celui du chemin couvert de la place-d'armes de gauche et, d'après notre exemple, celui de la place-d'armes de droite jusqu'à son saillant. Le point de départ et de repère de ce nivellement est le N.° 3 du polygone du chemin couvert de la demi-lune pris sur la traverse de droite de la place-d'armes. Le N.° 2 est au saillant du chemin couvert de cette place-d'armes; le N.° 3 sur la traverse de droite; le N.° 4 au saillant du chemin couvert du bastion; le N.° 5 sur la traverse de gauche de la place-d'armes de droite, et le N.° 6 au saillant de son chemin couvert. On suppose que le lever que l'on a entrepris ne s'étende pas au-delà de ce point. S'il s'agissait de l'étendre jusqu'à celui de la deuxième demi-lune, les opérations du lever et du nivellement de cette demi-lune et du corps de place se coordonneraient comme celles au moyen desquelles on a levé et nivelé la place-d'armes de gauche, de la demi-lune et le corps de place.

Les opérations du nivellement du chemin couvert du bastion doivent comme celles des autres nivellements être vérifiées. Pour ce cas particulier, on revient sur ses pas en nivelant successivement les mêmes points N.os 6, 5, 4, 3, 2 et le point N.° 3 sur lequel se ferme le nivellement, comme si l'on eut opéré sur les sommets d'un polygone complet. Pour cette opération de vérification il n'est pas nécessaire d'opérer sur tous les points déjà nivelés. Il suffit de prendre le dernier point N.° 6 pour repère de nivellement du sommet N.° 4, du N.° 4 le N.° 2, et du N.° 2 le N.° 3 de fermeture. (Voyez le registre N.° 7).

Nivellement des fossés secs des Ouvrages de Fortification.

Le nivellement des fossés secs des ouvrages de fortification consiste à déterminer les cotes de niveau des points pris sur le soubassement des revêtements d'escarpe et des contre-escarpes, correspondants aux points nivelés sur les parapets et terre-pleins de ces ouvrages; sur le seuil des portes d'entrée de poternes et de mines. Ces points, comme pour le nivellement supérieur, sont coordonnés entre eux de manière à composer une suite de polygones qui réduisent les opérations du nivellement à celles du cheminement qui se vérifient toutes par leur fermeture.

Les repères de nivellement de ce nouveau polygone sont pris sur une traverse nivelée, qui a son point de départ à l'entrée de la poterne de courtine du corps de place, et son point de fermeture sur le terre-plein de la gorge de la demi-lune.

Traverse de repères de nivellement des fossés secs.

La traverse de repères de nivellement des fossés secs a son point de départ sur le sommet N.° 14 du polygone des bases, à l'entrée de la grande poterne du corps de place. Ce point étant pris pour repère par un nivellement composé, on détermine la cote du point N.° 2 pris à la sortie de la poterne, et de ce point, par un nivellement à voyant renversé, on détermine la cote du point N.° 3 pris sur le soubassement du mur d'escarpe. Du point N.° 3 pris pour repère, on détermine la cote du point N.° 4 qui est à l'entrée de la poterne de tenaille; du point N.° 4 la cote du point N.° 5 sortie de la poterne. De ce dernier point N.° 5, on détermine la cote de niveau du point N.° 6 pris sur le palier de l'escalier de gorge de la demi-lune, et par l'opération du nivellement à voyant renversé ou par une mesure directe, on ferme le nivellement sur le point N.° 4 du terre-plein de la demi-lune (Voyez le registre N.° 8).

Le nivellement des fossés secs des ouvrages de fortification s'exécute et s'enregistre comme celui des parapets et terrepleins des mêmes ouvrages. D'après notre exemple (fig. 4), le premier polygone de fossé à niveler est celui du corps de place. Il se compose des points pris sur le soubassement de l'escarpe de la courtine, du bastion de droite, du flanc du bastion de gauche,

de la contrescarpe du bastion, des gorges de la demi-lune, et des place-d'armes. Le point de repère de ce nivellement est pris au N.° 4 de la traverse à l'entrée de la poterne de la tenaille. Il se ferme au même point N.° 4. (Voyez le registre N.° 9)

Le deuxième polygone à niveler est celui du fossé de la demi-lune qui se compose comme le premier, par des points pris au pied des escarpes et contre-escarpes de la demi-lune. Il a pour repère de nivellement un point N.° 13, pris sur le palier de l'escalier de la place-d'armes, et son point de fermeture au même point N.° 13. (Voyez le registre N.° 10).

Le troisième polygone est celui du fossé du réduit de la demi-lune. Il se compose de points pris au pied de l'escarpe de ce réduit, et du N.° 4, milieu de la gorge, sur lequel se prend le repère du nivellement, et se ferme le polygone. (Voyez le Registre N.° 11).

Le quatrième polygone, celui du fossé du réduit de la place-d'armes, se compose de points pris au pied des escarpes du réduit et du N.° 7, milieu de la gorge qui est le repère du nivellement et sur lequel se ferme le polygone. (Voyez le registre N.° 12.)

Le cinquième polygone a pour objet le nivellement des points pris sur le soubassement des murs de revêtement de la tenaille. Le repère de nivellement de ce polygone est pris sur le sommet N.° 4 du polygone du fossé du corps de place à l'angle d'épaule du bastion de droite, et il se ferme sur le même point. (Voyez le registre N.° 13).

Registred.

Nivellement du polygone des bases prises sur le corps de place. Point de départ pris au milieu de la courtine. Côte de niveau 20,00. Fermeture au même point.

N.os de Stations.	hauteur du Voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
1	1,20	»	»	20,00	Milieu de la courtine
2	1,25	—	0,05	20,05	
2	1,32	»	»	»	
3	1,24	0,08	—	19,97	
3	1,15	»	»	»	Angle rentrant
4	1,18	—	0,03	20,00	
4	1,30	»	»	»	Angle d'épaule
5	1,10	0,20	—	19,80	
5	1,40	»	»	»	
6	1,20	0,20	—	19,60	
6	1,35	»	»	»	Saillant du bastion
7	1,59	—	0,24	19,84	
7	1,33	»	»	»	
8	1,48	—	0,15	19,99	
8	1,32	»	»	»	Angle d'épaule de droite
9	1,33	—	0,01	20,00	
9	0,20	»	»	»	Angle rentrant de droite
a	2,50	—	2,30	»	
a	0,40	»	»	»	
b	2,60	—	2,20	»	
b	1,00	»	»	»	
10	1,68	—	0,68	25,18	
10	1,40	»	»	»	
11	1,60	—	0,20	25,38	
11	1,36	»	»	»	
12	1,20	0,16	—	25,22	
12	1,44	»	»	»	
13	1,72	—	0,28	25,50	
13	1,10	»	»	»	
14	2,60	—	1,50	27,00	
14	2,60	»	»	»	Entrée de la poterne du corps de place
15	1,90	4,50	—	22,50	
15	2,70	»	»	»	Sommet du mur de revêtement de l'entrée de la poterne.
1	0,20	2,50	—	20,00	fermeture.
Somme des différences		7,64	7,64		

Registre N°. 2.

Nivellement du polygone du réduit de la demi-lune. Point de départ N°. 4 du polygone des batis, angle d'épaule du bastion. Cote de niveau 20,00. Point de fermeture N°. 1 du polygone des batis, milieu de la courtine.

N.os de Stations	hauteur du Voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
4	0,50	"	"	20,00	Angle d'épaule du bastion de droite
2	1,50	———	1,00	21,00	
2	1,30	"	.	"	Extrémité du flanc de droite du réduit de la demi-lune.
3	1,35	———	0 05	21,05	
3	1,65	"	"	"	
4	1,40	0,25	———	20,80	
4	1,33	"	"	"	Saillant du réduit
5	1,48		0,15	20,95	
5	1,42	"	"	"	
6	1,47	———	0,05	21,00	
6	1,80	"	"	"	Extrémité du flanc de gauche du réduit.
7	0,90	0,90	"	20,10	
7	1,44	"	"	"	Angle d'épaule du bastion de gauche.
8	1,34	0,10	———	20,00	
8	1,10	"	"	"	Angle rentrant.
9	1,15	———	0,05	20,05	
9	1,36	"	"	"	
1	1,31	0,05	———	20,00	Fermeture, milieu de la courtine.
Sommes des Différences		1,30	1,30		

Registre N°. 3.

Nivellement du polygone de la demi-lune. Point de départ N°. 6 du polygone de son réduit, cote de niveau 21m,00. Point de fermeture au même point N°. 6.

6	. , . .	. , . .	, . .	21,00	Extrémité du flanc de gauche du réduit de la demi-lune.
2	. , . .	———	. , .	22,81	
2	. , . .	. , . .	. , . .	. . , . .	Sommet du revêtement de l'entrée de la poterne.
3	. , . .	———	. ; . .	25,45	
3	. , . .	. , . .	. , . .	. . , . .	Pied du revêtement de l'entrée de la poterne.
4	. , . .	———	. , . .	25,50	
4	. , . .	. , . .	. , . .	. . , . .	Milieu de la gorge de demi-lune.
5	. , .	. , . .	———	25,46	
5	. , . .	. . , . .	. , . .	. . , . .	Pied du mur de revêtement de l'entrée de la poterne de droite.

Nos de Stations	hauteur du Voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
6	.,..	.,..	—	24,80	
6	.,..	″	″	″	Sommet du revêtement de l'entrée de la poterne.
2	.,..	.,..	—	21,00	
2	.,..	″	″	″	Extrémité du flanc de droite du réduit.
8	.,..	—	.,..	21,50	
8	.,..	″	″	″	Extrémité de la face de droite de la demi-lune.
9	.,..	.,..	—	21,40	
9	.,..	″	″	″	
10	.,..	.,..	—	21,30	
10	.,..	″	″	″	Saillant de la demi-lune.
11	.,..	—	.,..	21,42	
11	.,..	″	″	″	
12	.,..	—	.,..	21,55	
12	.,..	″	″	″	Extrémité de la face de droite de la demi-lune, .
6	.,..	.,..	—	21,..	Point de fermeture, extrémité du flanc de gauche du réduit
Sommes des différences		.,..	.,..		

Registre N.° 4.

Nivellement par rayonnement, de la tenaille. Station au milieu de la courtine de la tenaille. Point de repère N.° 4 du polygone de la demi-lune pris au milieu de sa gorge, cote du point de repère 25,50.

4	.,..	″	″	25,50
2	.,..	″	″	23,95
3	.,..	″	″	24,00
4	.,..	″	″	23,94
5	.,..	″	″	23,88
4	.,..	″	″	25,00

Registre N.° 5.

Nivellement du polygone du chemin couvert de la demi-lune. Point de départ N.° 8 du polygone de la demi lune à l'extrémité de la face de droite. Cote de niveau 21,50. Point de fermeture N.° 12 à l'extrémité de la face de gauche de la demi-lune.

8	.,..	″	″	21,50	Extrémité de la face de droite de la demi-lune.
2	.,..	—	.,..	22,06	
2	.,..	″	″	″	Extrémité de la face de gauche du réduit de la place-d'armes
3	.,..	—	.,..	22,90	

N°s de Stations	hauteur du voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
3	.,..	″	″	″	Traverse de la place-d'armes.
4	.,..	—	.,..	23,20	
4	.,..	″	″	″	Traverse.
5	.,..	.,..	—	23,08	
5	.,..	″	″	″	Traverse.
6	.,..	.,..	—	23,..	
6	.,..	″	″	″	Saillant de la demi-lune.
7	.,..	—	.,..	23,09	
7	.,..	″	″	″	Traverse.
8	.,..	.,..	—	23,00	
8	.,..	″	″	″	Traverse.
9	.,..	.,..	—	22,95	
9	.,..	″	″	″	Traverse de la place-d'armes de gauche.
10	.,..	.	—	22,00	
10	...	″		″	Extrémité de la face de droite du réduit de la place-d'armes.
12		...	—	21,55	Fermeture. Extrémité de la face de gauche de la demi-lune.
Sommes des différences		...	.,..		

Registre N° 6.

Nivellement du polygone du réduit de la place-d'armes. Point de départ N° 2 du polygone N° 5, pris à l'extrémité de la face de gauche du réduit, cote de niveau 22,06. Fermeture au même point N° 2.

N°s de Stations	hauteur du voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
2	.,..	″	″	22,06	Extrémité de la face de gauche du réduit de la place-d'armes.
3	.,..	—	.,..	22,30	
3	.,..	″	″	..,..	Sommet du réduit.
4	.,..	.,..	—	22,10	
4	.,..	″	″	″	Extrémité de la face de gauche.
5	.,..	—	.,..	23,90	
5	v. r .,..	″	″	″	Sommet du revêtement de la poterne de droite.
6	.,..	—	.,..	25,40	
6	.,..	″	″	″	Pied du revêtement.
7	.,..	—	.,..	25,50	
7	.,..	″	″	″	Milieu de la gorge.
8	.,..	.,..	—	25,40	
8	v. r .,..	″	″	″	Pied du revêtement de la poterne de gauche.
9	.,..	.,..	—	23,80	
9	.,..	″	″	″	Sommet du revêtement
2	.,..	.,..	—	22,06	Fermeture.
Sommes des différences		.,..	.,..		

Nivellement du chemin couvert du bastion. Point de départ N°. 3 du polygone du chemin couvert de la demi-lune, sur la traverse de la place-d'armes. Côte de niveau 22,90.

N°s de Station.	hauteur du Voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison.	Observations.
3	.,..	"	"	22,90	Traverse de gauche de la place-d'armes.
2	.,..	———	.,..	23,04	
2	.,..	"	"	"	Saillant de la place-d'armes.
3	.,..	.,..	———	22,80	
3	.,..	"	"	"	Traverse de droite de la place-d'armes.
4	.,..	———	.,..	23,10	
4	.,..	"	"	"	Saillant du chemin couvert.
5	.,..	.,..	———	22,85	
5	.,..	"	"	"	Traverse de gauche de la place-d'armes.
6	.,..	———	"	23,00	
6	.,..	"	"	"	Saillant de la place-d'armes de droite.
4	.,..	———	"	23,10	
4	.,..	"	"	"	
2	.,..	.,..	———	23,14	
2	.,..	"	"	"	
3	.,..	.,..	———	22,90	
Sommes des Différences		.,..	.,..		

Registre N°. 8.

Traverse des repères du Nivellement des fossés secs. Point de départ N°. 14 du polygone des bases à l'entrée de la poterne du corps de place. Côte de niveau 27,00. Fermeture N°. 4 du polygone de la demi-lune à la gorge du réduit.

14	.,..	"	"	27,00	Entrée de la poterne du corps de place.
a	.,..	———	.,..	"	
a	.,..	"	"	"	
b	.,..	———	.,..	"	
b	.,..	"	"	"	
2	.,..	———	.,..	30,70	
2	.,..	"	"	"	Sortie de la poterne.
3 v. r.	.,..	———	.,..	33,10	
3	.,..	"	"	"	
4	.,..	.,..	———	32,90	
4	.,..	"	"	"	Entrée de la poterne de la tenaille.

Nos de Station.	hauteur du Voyant	Différences Positives	Différences Négatives	Plan général de comparaison	Observations.
5	.,.	0	0	32,90	
5	.,.	"	"	"	Sortie de la poterne.
6	.,.	.,..	——	32,80	
6	v. r .,.	"	"	"	
4	.,.	.,..	——	25,50	Fermeture, terreplain de la gorge de la demi-lune
Sommes des différences		.,..	.,..		

Registre N° 9.

Nivellement du polygone du fossé du Corps de place. Point de départ N°.4 de la traverse des repères, à l'entrée de la poterne de la tenaille. Cote de niveau 32,90. Fermeture au même point N°.4.

4	.,..	"	"	32,90	Les points qu'il s'agit de niveler, qui sont les sommets du polygone N°. 9; sont: le N°.4 pris pour repère, les N.os 2,3,4,5,6,7,8, pris sur le soubassement du mur d'escarpe du corps de place; les N.os 9,10,11,12 et 13 pris au pied de la contre-escarpe du bastion de Droite, les N.os 14, 15, 16, 17 et 18 de la gorge de la demi-lune; les N.os 19, 20, 21 de l'escarpe du bastion de gauche et le N°.4 point de fermeture (voyez la figure 4)
2	.,..		.,..	33,00	
{	.,..	.	.	{	
{	.,..	.	.	{	

Registre N°.10.

Nivellement du polygone du fossé de la demi-lune. Point de départ N°.13 du polygone, N°. 9 pris sur le palier de l'escalier de la place d'armes de droite. Cote des niveau 23,95. Fermeture au même point N°.13.

13	.,..	"	"	32,95	Les sommets du polygone N°.10; sont le N°.13 pris pour repère, les N.os 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 pris sur le soubassement du mur de contre-escarpe de la demi-lune; les N.os 18, 10, 11, 12, 14 et N°.13 point de fermeture.
2	.,...	——	.,..	33,00	
{	"	"	"	{	

Registre N°. 11.

Nivellement du polygone du fossé du réduit de la demi-lune. Point de départ N°.4 du polygone de la demi-lune, pris à sa gorge. Cote de niveau 25,50. Fermeture au même point N°.4.

4	.,..	"	"	25,50	Les sommets du polygone N°.11, sont; le N°.4 pris pour repère les N.os 2, 4, 5 et 6 pris sur le soubassement de l'escarpe du réduit et le N°.4 de fermeture.
2	.,..	——	.,..	27,60	

Registre N°.12.

Nivellement du polygone du fossé du réduit de la place-d'armes. Point de départ N°.7 du polygone du réduit à la gorge. Cote de niveau 25,50. Fermeture au même point N°.7.

7	.,..	"	"	25,50	Les sommets du polygone N°.12 sont: le N°7 du polygone du réduit pris pour repère, les N.os 2, 3, 4 pris sur le soubassement de l'escarpe du réduit et le N°.7 de fermeture.
2	.,..	——	.,..	27,45	
{	.,..	"	"	{.	

Registre N°. 13.

Nivellement du polygone du pied du revêtement de la tenaille.

Point de départ N°. 4 du polygone du fossé du corps de place à l'angle d'épaule.

Fermeture au même point N.° 4.

N.os de Station.	hauteur du Voyant	Différences		Plan général de comparaison	Observations.
		Positives	Négatives		
4	.,..	"	"	33,00	Les sommets du polygone N°. 13 sont; le N° 4 du polygone du fossé du corps de place pris pour repère; les N.os 2, 3 de la tenaille, le N°. 5, sortie de la poterne; les N.os 4, 5 de la tenaille; le N°. 19 du polygone du fossé du corps de place à l'angle d'épaule du bastion de gauche; les N.os 7, 8 de la tenaille; le N°. 6 entrée de la poterne; les N.os 10, 11 de la tenaille et le N°. 4 point de fermeture à l'angle d'épaule du bastion de droite, qui est aussi le point de départ.
2	.,..		.,..	33,04	
2	.,..	"	"	"	
}	.,..	"	"	"	
}	.,..	"	"	"	

Nota. Il est bon d'observer que les modèles d'épure Topographique et des registres qui précèdent, et qui ont rapport aux opérations du lever et du nivellement de fortification de peu d'étendue, ont pour objet unique de faciliter l'explication de la marche à suivre dans les opérations de ce lever; de plus, que les épures et les registres dont il s'agit, ne sont assujétis à aucune autre exactitude, que celle qui peut convenir à la démonstration, à la manière de dessiner les épures, à la composition des registres et l'ordre qui doit exister entre eux.

Des sections horizontales.

Des Sections horizontales.

Les ouvrages de fortification se composent de surfaces, qui presque généralement se décrivent complettement par la projection, et le nivellement de leurs contours et de leurs arêtes. Les sections horizontales ne s'emploient pour ce genre de lever que pour quelques formes irrégulières qui raccordent le terrain naturel avec les travaux d'art, et pour les glacis que l'on trouve presque toujours déformés, et enfin pour raccorder ces glacis avec le terrain naturel.

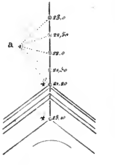
Lever des profils de sections horizontales.

Les sections horizontales, au moyen desquelles on décrit les glacis, sont entre-elles à une distance verticale de 0,50 centim. Les profils de ces sections sont pris dans la direction de la capitale des bastions, des demi-lunes et des places-d'armes, prolongée suivant la pente des glacis.

Les points de repère du nivellement d'après lesquels on détermine la position des points de profils, sont ceux du canevas déjà nivelé, pris sur le terre-plein du chemin couvert des bastions et des demi-lunes, et pour les places-d'armes, sur la crête du glacis.

Les cotes de crête de glacis des places-d'armes prises pour repère servent à déterminer directement le premier point du profil.

Le premier point de profil de capitale des bastions et des demi-lunes, ne peut être déterminé directement d'après la cote du canevas prise sur le terre-plein. Cette cote sert d'abord de repère de nivellement pour un point N.° 4' de la crête du glacis. La cote de ce dernier point est prise ensuite pour repère de nivellement du premier point des profils dont il s'agit.



Par exemple; que le point N.° 4 du canevas, pris sur le terre-plein du chemin couvert, soit à la cote de niveau 23,10; on aura pris cette cote pour repère de nivellement du point N.° 4' de la crête du glacis. On suppose que la cote de niveau de ce point a été trouvée de 21,20. Cette dernière cote sera prise pour repère du nivellement qui doit servir à faire la recherche du premier point de profil —

qu'il s'agit de déterminer d'après l'équidistance de 0,50, qui est celle que l'on doit observer entre les points de ce profil. Le premier de ces points sera à la cote 21,50. Il sera plus bas que le repère de 0,30 centimètres. On sait que l'opération à faire, pour fixer la position de ce point sur la ligne de profil, consiste à placer le niveau en station en a, à une distance convenable du point de repère, en dehors de la ligne de profil, et de manière que le rayon horizontal d'observation passe à une petite distance au-dessus du repère No. 4; que le voyant étant placé sur ce point, on amène sa mire dans le plan du niveau; et qu'à la hauteur de cette mire qui est la mesure de la distance verticale de ce plan au point du terrain, on ajoute la différence de hauteur qui doit exister entre le point cherché et celui pris pour repère. Pour le cas dont il s'agit, on suppose que cette différence soit de 0,30 centimètres. On élève donc la mire de cette quantité, et on fait descendre le voyant le long de la ligne de profil jusqu'à ce que sa mire soit dans le plan du niveau. Alors le pied du voyant marque sur le terrain un point qui est de 0,30 centimètres plus bas que celui de repère, qui a pour cote de niveau, 21,20 + 0,30 = 21,50. C'est le point cherché.

On sait que pour faire la recherche des autres points du profil, pour l'équidistance de 0,50 centimètres, il ne s'agit que d'élever la mire successivement de cette quantité pour chacun d'eux, et de l'amener dans le plan du niveau. (Voyez les éléments de la pratique du lever des profils pour les sections horizontales, deuxième partie du Cours, page 63, Pl. V.

Lever des Sections horizontales.

Il s'agit de déterminer sur le terrain, des séries de points de même cote que ceux des profils, qui seront les éléments du tracé des sections horizontales, et de faire le lever de ces points.

La recherche des points dont il s'agit, se fait par des opérations du nivellement, et le lever par les opérations du lever au mètre, à la planchette ou à la boussole. (Voyez la pratique du lever des sections horizontales, dans la deuxième partie du Cours, à la page 73 et suivantes, Pl. V.

On a vu que pour faire la recherche des points des sections horizontales avec le quadruple-mètre, une de ses

extrémités est mise sur le point de profil pris pour repère, et qu'il suffit pour déterminer un deuxième point à la même cote, d'amener le quadruple-mètre dans une position horizontale, au moyen du niveau de maçon ou du petit niveau à bulle d'air; que dans cette position, son autre extrémité projetée sur le terrain, marque le point cherché, qui est dans le même plan horizontal que le premier; que prenant successivement les points ainsi déterminés, pour repère, on en détermine de nouveaux; enfin tous ceux de la même horizontale qui peuvent être compris entre le premier et le deuxième profil, et qu'en répétant les mêmes opérations sur tous les points de profil, on détermine tous ceux des autres sections; et que ces points de sections horizontales qui sont marqués sur le terrain par des piquets ou des fiches en fer, se relèvent par abscisses et ordonnées, sur des lignes convenablement disposées pour cette opération.

On a vu également que pour faire la recherche des points de section horizontales avec le niveau d'eau ou le niveau à bulle d'air, l'instrument est mis en station dans une position convenable pour que le plus grand nombre possible de ces points puissent être rapportés au même plan de niveau; que pour le point de repère pris sur le profil, on en mesure la distance à ce plan au moyen du voyant, que l'on porte ensuite successivement à des distances convenues, du côté du deuxième profil; que la mire amenée pour chacun de ces déplacements dans le plan de niveau, détermine un point qui est à la même cote que celui du profil pris pour repère; et qu'enfin on détermine ainsi tous les points de la même horizontale; que répétant les mêmes opérations sur tous les points de profil en élevant la mire successivement d'une quantité égale à l'équidistance, on détermine ceux des sections horizontales, qui ont ces points pour repères; que ces points ainsi déterminés et piquetés sur le terrain, se relèvent par intersections en opérant sur des bases convenablement situées; que cette opération du lever s'exécute en suivant la même marche, soit que l'on emploie la planchette ou la boussole.

On a vu enfin, qu'au moyen de la boussole nivelante, à laquelle on a adapté un niveau à bulle-d'air, on peut, par le nivellement, déterminer les points des sections horizontales



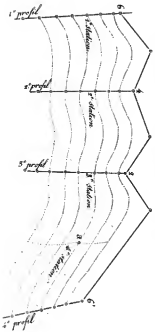
sur le terrain, et les relever par deux opérations simultanées, c'est-à-dire, qu'en même temps que la mire du voyant est amenée dans le plan du niveau pour déterminer, par exemple, le point N.° 1 d'une section horizontale, l'aiguille de la boussole marque sur son limbe, la mesure de l'angle que fait le rayon d'observation avec le nord magnétique; que d'après cet angle, le rayon étant projeté sur la carte, le point N.° 1 qui se trouve sur cette ligne est déterminé par la distance du point de repère du profil à ce point N.° 1, mesurée directement sur le terrain, et prise avec le compas sur l'échelle de la carte; que prenant le point de profil pour centre, on décrit un arc de cercle qui coupe la projection du rayon d'observation faite avec la boussole, en un point N.° 1, qui est la projection de celui de section horizontale que l'on vient de déterminer sur le terrain.

On a vu que ce point N.° 1 étant déterminé, on porte le voyant en avant à une distance convenue; qu'amenant sa mire dans le plan du niveau, le pied du voyant détermine un nouveau point N.° 2, qui est à la même cote que le premier; que mesurant la distance entre ces deux points N.os 1 et 2, et au moyen de l'angle du rayon d'observation mesuré avec la boussole, on construit ce dernier point sur la carte, comme le premier; et qu'enfin répétant les mêmes opérations, on peut déterminer tous les points de la même section horizontale qui peuvent être compris entre le premier et le deuxième profil; et qu'élevant la mire du voyant au-dessus de sa hauteur actuelle, d'une quantité égale à l'équidistance adoptée pour les points de profils, par des opérations en tout semblables à celles qui ont conduit à déterminer et à projeter sur la carte les points de la première section, on détermine et on projette sur la carte ceux de la deuxième; et qu'élevant la mire successivement pour toutes les sections qui peuvent être soumises au même plan de niveau, on parvient, sans changer de station, à toutes les données nécessaires pour projeter sur la carte, les points de ces sections qui comprennent une partie de la zone du terrain à décrire; que changeant de station en portant la boussole nivelante sur le point du deuxième profil à la cote 22,00, on détermine sur le terrain, on relève et on construit sur les points des mêmes sections prolongées jusqu'à un troisième profil, puis à un quatrième, et enfin à tous ceux que nécessitera l'étendue du terrain à décrire,

que de nouvelles zônes inférieures ou supérieures sont déterminées par les mêmes procédés pour achever cette description.

D'après notre exemple, fig. 4, il s'agit de niveler par des sections horizontales, les glacis du bastion et de la branche de droite du chemin couvert de la demi-lune. On aura à déterminer sur le terrain, à relever et à construire sur la carte, les points de profils pris sur les capitales de la place-d'armes de droite, du bastion de la place-d'armes de gauche, et de la demi-lune.

Le lever et le nivellement de ces profils s'exécutent comme on l'a expliqué.



Pour le lever et le nivellement des sections horizontales qui doivent passer par les points de ces profils, il s'exécute avec la boussole nivelante, et comme on vient de le voir, on met l'instrument en station sur le deuxième point d'équidistance du profil, si cette équidistance est d'un mètre, et sur le troisième point, si elle est, comme pour notre exemple, de 0,50 centimètres. Dans ce cas, de cette station on pourra déterminer les points de deux sections en-dessus, d'une troisième, celle qui passe par le point de station, et de trois ou quatre autres en dessous.

Ces sections seront, par exemple, celles qui devront passer par le premier et le deuxième profil. De la deuxième station prise sur le deuxième profil, on déterminera les points des mêmes sections prolongées jusqu'au troisième profil.

La distance entre le troisième et le quatrième profil étant par trop grande, on la divise à son milieu, par un point a de même cote que le point de la troisième station et de son correspondant sur le quatrième. Ce point a se détermine avec le niveau de la boussole que l'on porte à une distance égale entre le point de station du troisième profil, et de son correspondant du quatrième, en-dessous de la droite qui joindrait ces deux points, mais à une hauteur suffisante, pour que le plan de niveau passe à une petite distance au-dessus du point de la troisième station, pris pour repère, sur lequel on place le voyant pour amener la mire dans ce plan. La mire étant fixée, on fait porter le voyant vers le point a du terrain. On le fait monter ou descendre le long de la pente, pour amener sa mire dans le plan du niveau. Alors le pied du voyant marquera sur

le terrain un point a, qui sera dans le même plan horizontal que le point de station du troisième profil. Ce point a sera pris pour quatrième station, lorsqu'après avoir déterminé, de la troisième, les points de station qui devront s'arrêter à la hauteur de ce point a, sur lequel on opérera ensuite pour déterminer et relever les points de sections compris entre ce point et le quatrième profil.

Pour abréger le temps à employer pour la recherche et le lever des points de sections horizontales dont il s'agit, on peut diminuer le nombre des stations. Par exemple, au lieu d'opérer sur le premier profil pour relever les points de sections compris entre ce profil et le deuxième, on se met en station sur le deuxième; de cette station on relève en arrière les points de section compris entre le deuxième et le troisième profil, et en avant ceux qui sont compris entre le deuxième et le troisième.

Se mettant ensuite en station sur le point a, on relève en arrière les points de sections compris entre a et le troisième profil, et en avant les points de sections compris entre a et le quatrième profil.

La distance de chaque point de sections horizontales à son repère, se mesure directement avec la chaîne. Pour gagner du temps, cette mesure peut s'exécuter en même temps que l'on fait, par les opérations du nivellement, la recherche de ces points. Cette manière d'opérer consiste à fixer une des extrémités de la chaîne au pied du voyant, pendant que son autre extrémité est tenue par un aide sur le point de repère. (Voyez la deuxième partie du Cours, page 88, Pl. VI, fig. 6).

Lever des détails de la Fortification.

Des Croquis et des Dessins cotés du Lever des détails de la Fortification.

Les résultats des opérations du lever des détails de la fortification se portent ordinairement sur des croquis dessinés à vue, d'après lesquels on construit au cabinet l'épure de ces levers; ou cette épure se construit immédiatement sur le terrain.

Le premier moyen présente des inconvénients graves, tel que celui de ne pouvoir juger de l'exactitude des levers qu'après en avoir fait la construction au cabinet, pour laquelle la moindre erreur oblige de retourner sur le terrain.

De plus, l'exécution du croquis est plus difficile, et prend beaucoup plus de temps qu'il n'en faut pour construire immédiatement l'épure tout en faisant le lever.

Comme le lever des détails de la fortification se rapporte à des lignes de canevas qui sont connues de position, chacune des parties de ce lever peut faire l'objet d'un dessin particulier, que l'on construit d'après des échelles de différentes grandeurs selon la nature des détails qui doivent composer ces dessins

Le lever des détails de la fortification se divise en deux parties; 1° le lever des ouvrages en maçonnerie, 2° celui des ouvrages en terre.

Le lever des ouvrages en maçonnerie s'exécute d'après la méthode des abscisses et des ordonnées. Ses résultats sont la projection des contours et des arêtes des détails de ces ouvrages, et leur troisième dimension est exprimée sur le même plan de projection par des cotes de niveau.

Pour les communications souterraines telles que les poternes, les galeries de mines &c., elles se décrivent par plans coupés et élévations.

Le lever des ouvrages en terre s'exécute également par abscisses et ordonnées, et leur troisième dimension est

exprimée par des cotes de niveau. Mais les arêtes de ces détails étant presque toujours altérées, on est obligé de leur substituer des arêtes moyennes qui nécessitent l'emploi de procédés particuliers que nous essaierons d'expliquer.

Du Lever des Détails en Maçonnerie.

Des Escarpes.

La distance de l'arête extérieure des tablettes d'escarpe aux lignes de canevas prises sur les parapets des ouvrages, est, par exemple, de cinq mètres pour le corps de place, de quatre mètres pour la tenaille, la demi-lune et son réduit de la place d'armes.

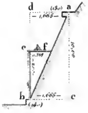
D'après ces distances, on trace des parallèles aux lignes du canevas, et ces parallèles sont la projection des arêtes de tablettes d'escarpe.

Que la largeur de la tablette soit de 0,50 centimètres, une parallèle tracée en dedans de la première et à cette distance sera la projection de la deuxième arête; les tablettes seront ainsi projetées pour l'escarpe de tous les ouvrages, et il ne restera plus à déterminer pour cette partie des détails, que la projection du talus des revêtements

La projection de ces talus se conclut des cotes de niveau prises à leurs sommets et à leurs pieds, et de l'angle de ces talus.

Soit, par exemple, la cote de niveau du point **a** pris sur la tablette de (130,0), et la cote de niveau du point **b** pris sur le soubassement du revêtement de (140,0), on aura 140 − 130 = 10 qui sera la hauteur de ce revêtement d'escarpe.

Si on connaissait l'angle que fait le talus **a b** avec la verticale **d b**, on pourrait construire le triangle rectangle **a d b**; alors **d a** égal à **b c** serait connu et par conséquent la base **b c** qui est celle du talus cherché.



Le talus des escarpes, comme **b a** se mesure au moyen d'un double mètre placé sur le soubassement **d b**, tenu suivant **b e** dans une position verticale avec le fil-à-plomb. On mesure **e f** au moyen d'un mètre tenu dans une

position horizontale avec le niveau de maçon ou le petit niveau à bulle d'air. Le petit triangle **feb** est semblable au grand **adb** ou **acb**. On compare ces deux triangles et on trouve que **eb** : **ef** :: **db** : **da** ou **bc**, qui est la projection du talus **ba**.

Soit **eb** = $2^{m},00$, **ef** = $0^{m},333$ et **db** = $10^{m},0$

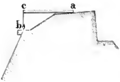
On aura la proportion $2^{m},0 : 0^{m},333 :: 10^{m},0 : 1^{m},665$. Ainsi une parallèle à l'arête extérieure tracée à la distance **ab** de $1^{m},665$ sera la projection du pied **b** de talus d'escarpe. Le pied des escarpes de tous les ouvrages se déterminera en opérant de la même manière.



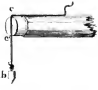
On remarquera que pour tenir compte de la saillie des tablettes d'escarpes sur le plan incliné du revêtement, la distance de ces tablettes en projection au pied du talus **b**, ne doit pas être prise à partir de l'arête extérieure de ces tablettes, mais en dedans de cette arête en un point **a** qui se trouve déterminé par la ligne **ba** de talus, prolongée jusqu'à la surface supérieure de la tablette.

Les cotes de niveau du pied des escarpes sont données par le nivellement du canevas. Celles des tablettes qui ne sont pas données se nivellent en prenant pour repère les cotes des points du canevas pris sur les parapets.

Quand il s'agit d'exercices qui ont pour objet l'étude de la pratique des levers, afin de ne pas s'exposer en descendant sur la tablette d'escarpe, le nivellement de ces tablettes s'exécute en opérant avec le quadruple-mètre, par les mêmes procédés que ceux que l'on emploie pour la mesure des distances réduites à leurs projections.



Pour opérer, le quadruple-mètre est mis dans la direction du point de repère **a**, et de celui à niveler **b**. Il est amené dans une position horizontale; le fil-à-plomb est suspendu à son extrémité **c**; il est poussé vers **b** jusqu'à ce que le fil-à-plomb soit sur la face de la tablette au point **b** que l'on suppose être à peu près celui que déterminerait la ligne de talus, prolongée jusqu'à **b**.

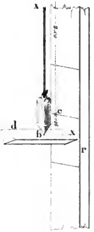


Ces conditions étant remplies, la distance **cb** est mesurée par le fil-à-plomb. Cette distance est égale à la différence de hauteur entre les points **a** et **b** qui est celle que l'on cherche, et que l'on connaîtra en mesurant directement la longueur de ce fil.



Pour prendre cette mesure, on porte le quadruple-mètre en arrière; on prend le fil du plomb dans les doigts exactement au point c', suivant la face inférieure de la règle. En le tenant suspendu comme dans sa première position, il ne prendra ni plus ni moins d'extension; alors on l'approche du double ou du quadruple mètre sur la division duquel on mesure sa longueur.

Afin d'exécuter cette opération avec plus de facilité, on place le quadruple mètre sur la banquette. Se tenant sur le parapet, on approche le fil-à-plomb avec moins de peine sur une des divisions de la règle, et le deuxième observateur est placé plus commodément sur la banquette pour marquer le point de division auquel répond la pointe b du plomb.



Pour déterminer ce point avec toute l'exactitude nécessaire, on place une des extrémités d'un double décimètre d contre la règle divisée r. Il fera sensiblement un angle droit avec cette règle, laquelle étant au moyen du fil-à-plomb amenée dans une position verticale, le double décimètre sera alors horizontal, et étant en contact avec la pointe b du plomb, sa face de contact marquera sur la règle r un point x qui sera dans le même plan horizontal que b. On marque ce point avec un crayon, et on en mesure sa distance à la division e de la règle r, qui n'est ordinairement qu'en décimètres. On trouve par exemple ex, de $0^{m},025$, et de l'extrémité supérieure du fil à la division e, vingt de ces divisions ou deux mètres, et la longueur totale du fil-à-plomb serait $2^{m},025$.

Les deux points sur lesquels on doit opérer pour niveler les tablettes d'escarpes, sont dans des directions obliques par rapport aux lignes de canevas, et dans tous les cas à une distance l'une de l'autre plus grande que quatre mètres. D'où il suit que le nivellement dont il s'agit, qui s'exécute avec le quadruple mètre, doit nécessairement être composé.



Par exemple, on placera le quadruple-mètre dans la direction du point a de repère et du point b à niveler. Son extrémité est amenée dans la verticale de b, et cb mesuré par le fil-à-plomb est égal à la différence

de hauteur entre a' et b. On marque le point a' sur le terrain avec une fiche. L'extrémité arrière du quadruple-mètre est portée ensuite sur le point a. On cherche sur la règle au moyen du fil-à-plomb un point a'', qui soit dans la verticale du point a'; a'a'' mesuré par le fil-à-plomb est égal à la différence de hauteur entre a et a'. Que cb = 1,m74 et a'a' = 0,m285, la différence de hauteur entre a et d sera de 1,m74 + 0,m285 = 2,m025

Des murs de revêtement des Contre-escarpes.

Le lever des contre-escarpes se rapporte aux lignes de canevas, prises sur le terre-plein du chemin couvert. Ce lever consiste dans celui de la tablette du mur de revêtement, et du talus de ce mur.

Les tablettes sont parallèles et à une distance connue des lignes de canevas. C'est d'après cette distance que l'on trace sur le dessin la projection de leurs arêtes extérieures. L'arête intérieure est une parallèle à la première et à une distance de 0,m 30 centimètres que l'on suppose être la largeur de ces tablettes.

La projection du talus de revêtement se détermine comme celle des escarpes, d'après les cotes de niveau correspondantes, et la mesure de l'angle de ces talus.

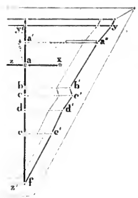
Lever des Profils en maçonnerie et de la Gorge des ouvrages de Fortification.

Les profils en maçonnerie fixent la longueur des faces des demi-lunes, de leurs réduits, des réduits des places d'armes, des traverses du chemin couvert, de la tenaille &c.a Ces profils se terminent sur le revêtement par des tablettes en pierre de taille, et les arêtes qu'il s'agit de relever sont celles des plans de ces tablettes avec le plan incliné du mur de revêtement.

La Gorge des ouvrages de fortification qui ferme ces ouvrages, se compose des murs de revêtement, des escaliers ou pas de souris qui communiquent dans ces ouvrages. Il s'agit de lever les contours et les arêtes de ces détails.

Lever des profils et de la gorge de la tenaille.

Des Profils.



Les tablettes des profils sont disposées suivant les plans du talus extérieur, de la plongée et du talus intérieur du parapet, le plan de la banquette, de son talus et du terre-plein. Les arêtes de raccordement de ces tablettes sont prolongées jusqu'à une perpendiculaire élevée d'un point a pris sur la ligne XZ du canevas, et prolongée jusqu'à f à l'intersection de l'arête extérieure des tablettes du profil de terre-plein e'f et de gorge fz'.

On remarque que les arêtes des tablettes de profil, sont par construction, parallèles à la ligne du canevas XZ et par conséquent perpendiculaires à af.

De plus, que la tablette d'escarpe yy' est parallèle à la même ligne XZ et à une distance connue de 4ᵐ,00.

D'après la disposition de ces lignes on voit, que pour relever et projeter sur le dessin les points dont elles sont les coordonnées, il ne s'agit que de mesurer la distance entre les points qu'elles déterminent sur af prolongée au-delà de a jusqu'à a', et la distance de ces points à ceux du profil que l'on se propose de relever. Car on aura toutes les données nécessaires pour construire ces points sur le dessin, si on mesure la distance de a' à a, de a à b, de b à c, de c à d, de d à e et de e à f, et pour les ordonnées des points du profil en mesurant la distance de a' à a", de b à b', de c à c', de d à d' et enfin de e à e'.

Pour opérer, les points piquetés XZ du canevas sont jalonnés. La recherche du point a sur la droite qui les joint se fait en plaçant le quadruple-mètre exactement sur cette droite; et le long de cette règle on fait mouvoir la grande équerre en bois suivant un de ses côtés, jusqu'à ce que son autre côté soit dans la direction du point f. Cette direction s'obtient par le tâtonnement au moyen du fil-à-plomb. Le point a étant déterminé, on le marque sur le terrain avec une fiche et on en mesure la distance au point f. La position du point a par rapport au point X du canevas se détermine par la mesure de sa distance

à ce dernier point.

D'après ces premières données, les lignes et les points dont il s'agit sont tracés sur la feuille de dessin.

Les feuilles de dessin sont ordinairement toutes du même format. Pour cette opération on a fait choix de l'échelle qu'il convient d'employer pour construire l'épure. Celle que nous avons adoptée pour notre exemple, qui est de $\frac{1}{200}$ ou de cinq millimètres pour un mètre, est peut-être trop petite. L'échelle de $\frac{1}{100}$ ou d'un centimètre pour un mètre est plus convenable.

Le double décimètre remplit l'objet de cette échelle. On a en outre une petite règle et une équerre en bois, un compas, un crayon et de la gomme élastique. Le papier est fixé sur une petite planchette qui sert de table.

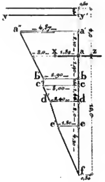


On trace d'abord une droite xz que l'on prend pour la projection de la ligne de canevas. Cette droite et le point a que l'on marque dessus, sont disposés sur le papier de manière à ce que les détails qui devront composer l'épure, puissent être compris dans le cadre du dessin que l'on s'est prescrit, et dont les moindres dimensions, par exemple, sont de trente sur vingt centimètres

On projette le point x de canevas au moyen de sa distance à a que l'on suppose de 1,ᵐ82; et enfin du point a on élève la perpendiculaire sur le tracé de laquelle doit se trouver le point f, que l'on détermine d'après la mesure de sa distance au point a, et que l'on suppose de 10,ᵐ0. On ajoute à ces projections celle de la tablette d'écharpe, en menant parallèlement à xz, et à la distance de quatre mètres, une droite qui est l'arête extérieure de cette tablette, puis une deuxième parallèle yy' en dedans de celle-ci et à la distance de 0,ᵐ50 centimètres qui est l'arête intérieure sur laquelle se termine le talus extérieur du parapet.

Cette première partie de l'épure étant construite on reprend les opérations du lever. On prolonge les arêtes des tablettes de profil jusqu'à la perpendiculaire a'f. Ces prolongements se prennent au moyen du fil-à-plomb, et pour suivre les arêtes avec plus d'exactitude et de facilité, on les marque comme en a'' avec un double mètre placé exactement suivant leur direction. Les points que

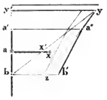
l'on détermine sur af sont marqués sur le terrain avec des fiches; on mesure les distances respectives de ces points avec le quadruple-mètre. D'après ces mesures on les construit sur af déjà projetée sur le dessin. On suppose que ces distances sont de a' à a, de 2m,10; de a à b de 1m,90; de b à c de 0m,50; de c à d de 1m,40; de d à e de 2m,0; et de e à f de 4m,20.



On fait la somme de ces différentes mesures que l'on compare à la mesure directe de la distance de a à f que l'on a trouvée de 10m,00.

Mesurant ensuite les ordonnées des points du profil a", b', c' &a. que l'on trouve, par exemple, pour a'a" de 4m,87, bb' de 2m,90; cc' de 3m,00; dd' de 2m,40; ee' de 1m,80. D'après ces mesures on construit les points de profil sur le dessin; on les joint par des droites qui sont les arêtes du profil a"b', b'c', c'd', d'e' et e'f de la tablette du terre-plein.

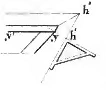
Il reste à déterminer l'arête de tablette a"y du talus extérieur, pour faire le tracé de sa projection. On relève le point y en mesurant directement sa distance à y'. Mais lorsqu'il s'agit d'exercices sur la pratique du lever, afin de ne pas s'exposer en descendant sur la tablette d'escarpe pour prendre cette mesure, on détermine le point y par d'autres moyens.



Par exemple, on peut faire passer, en se servant du fil-à-plomb, une droite par les points y et b. Cette droite rencontrera la ligne de canevas ax à x' qui sera fixée de position d'après la mesure de sa distance à a ou au point x. On aura ainsi composé un triangle dont on connaîtra un angle a et deux côtés ab et ax'. Par les points b et x' tracés sur le dessin, on fera passer une droite qui, étant prolongée, rencontrera la ligne y'y de la tablette d'escarpe en y qui sera le point cherché, lequel sera joint a a" par une droite, qui sera la projection cherchée de l'arête ya" de profil de la tablette du talus extérieur du parapet.

Le point y peut être déterminé en faisant passer au moyen du fil-à-plomb, par l'arête de tablette a"y, un plan dont la trace, prolongée sur la tablette de la plongée, viendra couper l'arête b'b de cette tablette en

un point z, dont on fixera la position en mesurant sa distance à b'. La droite tracée sur le dessin, passant par ces points, étant prolongée rencontrera la ligne y'y au point cherché y, que l'intersection de ces deux lignes déterminera.



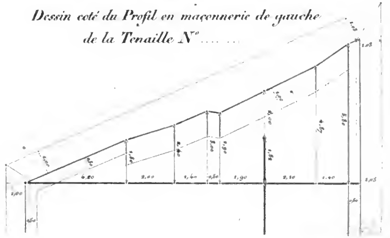
Enfin un troisième moyen peut être employé pour relever le point y. On opère au pied du revêtement du profil. Avec le fil-à-plomb, et la grande équerre en bois. On établit un plan vertical hy perpendiculaire au revêtement, et dont la trace passe par le sommet y et le pied h' de ce revêtement. Le point h' est marqué par une fiche. On mesure sa distance au saillant h''. On le projette sur le dessin; et la perpendiculaire élevée de h' rencontre la ligne y'y au point cherché y.

La projection des pieds de revêtement, de l'escarpe, du profil et de la gorge a été déterminée, comme on l'a expliqué, au moyen des cotes de niveau et de l'angle de leur talus.

Pour terminer le dessin de lever du profil en maçonnerie, on trace la deuxième arête de la tablette. C'est une parallèle à la première en dedans et à un mètre de distance, qui est la largeur que l'on donne ordinairement à cette tablette. Celle du terre-plein n'a de largeur que 0,m50 centimètres.

Le lever des profils de la tenaille étant achevé on s'occupe de celui de sa gorge et de son escarpe.

Dessin coté du Profil en maçonnerie de gauche de la Tenaille N°......

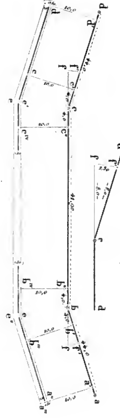


Des ouvrages en maçonnerie.

De la Gorge de la Tenaille.

La gorge de la tenaille se compose des murs de revêtement, d'un double escalier et de l'entrée d'une poterne.

Les points qui déterminent les arêtes de ces détails, sont pris sur des perpendiculaires élevées des lignes de canevas, prises sur le parapet de la courtine et celui des faces.



Pour opérer, soit ab, bc et cd les lignes de canevas de la tenaille. On élève de ces lignes les perpendiculaires b'b" et c'c" à une distance égale, par exemple, de 4m,00 de b et de c. Ces perpendiculaires sont prolongées jusqu'à l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement en b"'b$^{\text{IV}}$ c"'c$^{\text{IV}}$. Elles sont mesurées; on les trouve de même longueur, et comme les perpendiculaires a' et d' des profils, de dix mètres.

Les lignes de canevas ainsi que les perpendiculaires et les points dont elles sont les coordonnées, sont tracés sur le dessin. Pour faire ce tracé, il faut connaître les angles b et c que ces lignes font entre elles. Ces angles se construisent au moyen d'un triangle bf'f, formé sur le prolongement de cb en mesurant les distances bf et bf' de 8m,00, et le côté ff'. Le côté bf' est dans la direction de la ligne de canevas ba qu'il s'agit de déterminer.

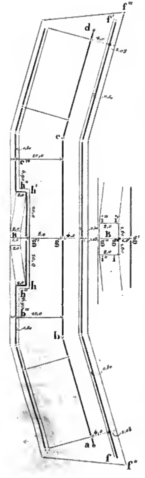
Par le même moyen on détermine l'autre ligne de canevas cd. On suppose que ab = 44m,00; bc = 41m,90 et cd = 44m,00.

Par les points a" b"' b$^{\text{IV}}$ c$^{\text{IV}}$ c"' et d" qui viennent d'être déterminés sur le dessin, on fait passer des droites qui sont la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement de la Gorge. Une parallèle en dedans de celle-ci à la distance de 0m,50 centimètres est la projection de l'arête intérieure de cette tablette. Ces droites prolongées, déterminent par leur intersection les angles e et e'.

Le talus du mur de revêtement dont il s'agit est déterminé d'après les cotes de niveau et l'angle de ce talus. On suppose que la projection de talus est d'un mètre. Au moyen de cette donnée, on trace les droites a"'e", e"e"', et e"'d"' qui sont la projection des pieds du revêtement.

La tablette d'escarpe ff' qui est parallèle aux lignes de canevas et à une distance de quatre mètres, se construit d'après cette donnée, par des droites qui sont la projection de l'arête extérieure de la tablette. Une droite tracée en dedans de la première et qui lui est parallèle et à une distance de 0,^m50 centimètres est la projection de la deuxième arête.

La projection du talus de l'escarpe, que l'on a trouvée de 1,^m03 est exprimée d'après cette donnée par les droites f''f'''.



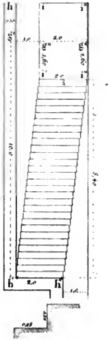
Pour le lever du double escalier, du point g milieu de la ligne de canevas de la courtine de tenaille, on élève une perpendiculaire gg', que l'on prolonge jusqu'à l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement. On suppose que la distance de g à g' est de 8,^m00. Au moyen de cette distance on fixe sur le dessin le point g' par lequel on fait passer une droite qui par construction se trouve être parallèle à $e^{IV}b^{IV}$ ou à cd du canevas. On mesure les tablettes g'h et g'h' qui sont égales et de 10,^m00. Les points h''h''' fixent la largeur des escaliers. Ces points sont déterminés par la mesure de leur distance à b^{IV} et e^{IV} que l'on trouve égales et de 6,^m90.

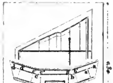
Les points h''h et h'''h' sont joints par des droites qui sont la projection de l'arête de la première marche des escaliers, et qui est de 2,^m00.

En dedans à la distance de 0,^m50 centimètres et parallèlement aux droites hh', hh' et h'h''' on trace d'autres droites qui sont la projection de la deuxième arête des tablettes.

Suivant la trace d'un plan vertical passant par g', perpendiculaire à hh', on détermine au pied du revêtement un point g'' par lequel on fait passer une droite i'i parallèle à hh', et qui est la projection du pied du revêtement sur le palier de l'escalier, dont la largeur est déterminée par la mesure des distances égales de g'' à i et g'' à i' qui est de 1,^m60. Le talus du revêtement g'g'' est de 1,^m00.

La droite g'g'' est prolongée jusqu'à g''' qui détermine la deuxième dimension du palier que l'on trouve être de deux mètres. Par ce point g''' on fait passer une droite i''i''' parallèle à ii'. Les points i''i''' sont déterminés d'après la mesure de leur distance à g''', qui est de part et d'autre de 1,^m60. La largeur des escaliers ii'' et i'i''' est de 2,^m00. Ces points sont joints par des droites qui sont la projection





de la dernière marche.

Pour établir le plan rampant de l'escalier, on joint i à h et i" à h", on projette les marche sur ce plan d'après la mesure de la largeur et de la hauteur d'une seule d'elles.

Par exemple, on connait le nombre des marches, on le suppose de trente. Elles ont de largeur 0,m28 centimètres. Cette largeur multipliée par trente donnera pour produit 840 ou 8,m40 qui est exactement la longueur de la rampe réduite à sa projection.

La hauteur des marches est de 0,m20 centimètres. Cette largeur multiplié par trente, nombre des marches, donnera pour produit 60, ou 6,m00 qui est la hauteur entre la première et la dernière marche. D'après ces données ainsi vérifiées, on peut construire sur le dessin les marches dont il s'agit.

Le lever et le dessin cotés des ouvrages en maçonnerie de la tenaille seront achevés, et les dessins cotés présenteront toutes les données nécessaires pour construire ces ouvrages d'après une échelle quelconque.

Pour construire et coter avec plus de facilité le lever des détails de l'escalier, on exécute cette construction par un dessin particulier d'après l'échelle d'un centimètre pour mètre ou de $\frac{1}{100}$, comme on le voit par la figure ci-jointe.

Il n'est pas toujours nécessaire pour les dessins cotés de projeter les lignes de canevas suivant leur véritable longueur. Par exemple, pour celles des faces ab et cd de la tenaille auxquelles on rapporte seulement les profils et la tablette du revêtement de gorge, il suffit de leur donner assez d'étendue pour projeter les pieds de perpendiculaires a, b face de droite, et c'd' face de gauche auxquels on rapporte les détails dont il s'agit.

La ligne de courtine bc doit être projetée suivant toute sa longueur, parce que les détails d'escalier qui se rapportent à cette ligne sont compris entre les perpendiculaires b"c" qui sont peu éloignées de ses extrémités b et c.

La figure ci-jointe, qui est la rédaction d'une des feuilles de l'atelas du lever des détails, a pour objet de faire comprendre la manière de coordonner les dessins cotés, pour tenir le moins de place possible dans le cadre de ces feuilles. Elles

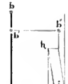
portent chacune un numéros d'ordre et la désignation de la pièce de fortification que les dessins cotés décrivent. Ces dessins sont construits et mis à l'encre avec précision; et les cotes des dimensions sont disposées et écrites avec soin.

Lever de la Coupure.

De la tenaille.

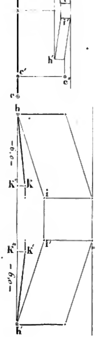
La tenaille en dehors des portes de sortie a une coupure pratiquée dans son parapet qui est soutenue par deux murs de revêtement verticaux terminés à leurs sommets comme les autres profils en maçonnerie par des tablettes en pierres de taille.

On suppose que le terre-plein de la tenaille est plus haut que le pont au moyen duquel on communique à la coupure. Pour que cette coupure soit dans le même plan horizontal que le pont, elle est abaissée jusqu'à ce plan, ce qui nécessite pour communiquer au terre-plein deux rampes, une à droite et une à gauche.



Le lever des profils, de l'escarpe, des murs de gorge et du double escalier de la tenaille s'exécute comme celui de la première tenaille.

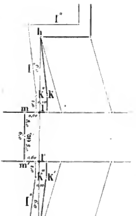
Le lever des détails de la coupure, de ses profils, de son raccordement avec les ponts, et de ses deux rampes de communication se construit sur l'épure du premier lever.

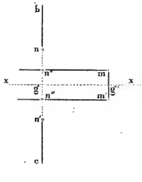


Les perpendiculaires b'b'', c'c'' élevées de la ligne de canevas bc conduisent comme on l'a vu, au lever des détails du double escalier hi et h'i'. Ces détails sont projetés sur le dessin coté.

On remarque que les points K et K' pris sur les tablettes hK et h'K' du mur de revêtement contre lequel se projette les escaliers hi et h'i' sont plus bas que h et h', de la différence de hauteur qui existe entre le plan du terre-plein de la tenaille et celui de la coupure.

Pour relever les points K et K', on joint h et h' par une droite qui rencontre l'arête de raccordement en K'' à droite et en K''' à gauche. On mesure la distance de h à K''





et de h' à K''' de 6,^{m}00; la distance entre K'' et K, K''' et K' prise sur des perpendiculaires à hh' est d'un décimètre. Avec ces données on construit les points K et K', que l'on joint avec h et h' par des droites qui sont la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement, en même temps que des petites rampes qui servent à communiquer de la coupure au terre-plein de la tenaille.

Sur la même ligne hh' on mesure la distance la distance K''I et K'''I' que l'on trouve, par exemple, de 1,^{m}00. Par les points K et K' on trace des droites parallèles à K''I et K'''I' qui sont la projection de l'arête extérieure de la tablette horizontale qui se raccorde avec la tablette inclinée des rampes, et détermine la largeur du pont par les points I et I'.

Sur hh' et des points I et I' on élève des perpendiculaires Im et I'm' que l'on mesure, et dont la longueur est, par exemple, de 0,^{m}60 centimètres. D'après cette donnée on construit les points m, m'; on les joint par une droite qui est la projection de l'extrémité du pont sur la coupure.

On mesure la distance de m à m'; elle est, par exemple, de 6,^{m}00; on détermine son point milieu g'.

Parallèlement aux arêtes extérieures des tablettes que l'on vient de déterminer et à la distance de 0,^{m}50 centim, on trace des droites qui sont la projection de l'arête intérieure de ces tablettes.

Pour exécuter le lever des profils de la coupure, on joint les points n et n' pris sur la ligne de canevas bc du parapet, par une droite sur laquelle on porte les points n''n''' du pied de revêtement vertical des profils. On mesure nn'', n''n''', n'''et n'. D'après la mesure de ces distances on marque sur la ligne cb, les points n'' et n''' ainsi que que le point milieu g pris entre n'' et n'''.

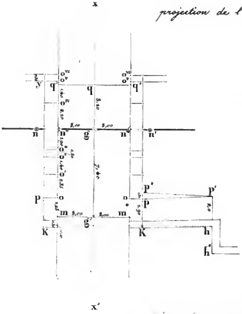
La droite qui joint g à g' est l'axe de la coupure. Cette droite prolongée en avant de g' vers x et en arrière de g' vers x' est en même temps l'axe des deux ponts.

On remarque, que n''n''' est parallèle et égale à mm', que ces droites sont perpendiculaires à gg' qui les divise en deux parties égales; que les droites qui joignent n''à m' et n'''à m sont par conséquent parallèles à gg', et qu'elles sont en même temps la projection du pied du revêtement

vertical des profils de la coupure, sur lesquels on rapporte, au moyen du fil-à-plomb, les points d'arêtes des tablettes de ces profils.

Le point o est un de ceux de l'arête de tablette du talus de la banquette, o' de l'arête de la banquette, o'' du talus intérieur, o''' de la crête du parapet, o^{IV} de la plongée, o^{V} de la tablette d'écharpe, et o^{VI} de son arête extérieure. Ces points se projettent sur la carte d'après la mesure de leurs distances respectives, et d'après les mêmes données sur les deux lignes de profils n''m' et n''m prolongées jusqu'à o^{VI}.

Par les points ainsi déterminés sur le dessin on fait passer des droites op, parallèles entre elles et à la ligne de canevas nn', qui sont la projection des arêtes de tablettes. Parallèlement aux lignes de profil oo^{V} et à une distance d'un mètre, on trace une droite py qui est la projection de l'arête intérieure des mêmes tablettes.

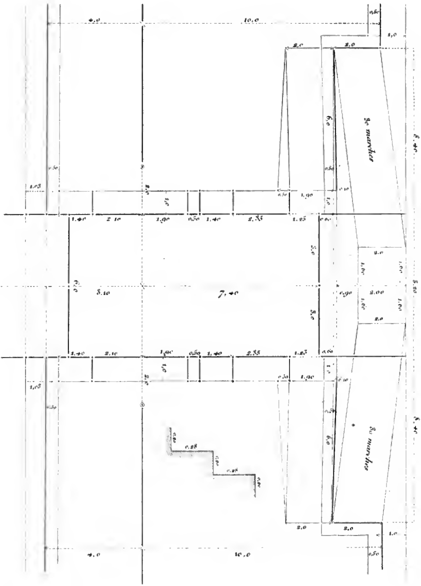


La coupure se termine au deuxième pont par la droite qq'q'' parallèle à la ligne de canevas nn', on la projette sur le dessin d'après la mesure de sa distance à g.

La droite qui joint p et K, est la projection du bas de la rampe qui communique de la coupure sur le terre-plein. La droite hp' qui est le prolongement de h''h de la première marche de l'escalier est la projection du haut de la rampe; p' est à la distance de h de deux mètres. On joint p' à p par une droite qui termine la projection de la rampe. On mesure le talus de raccordement de la rampe avec le terre-plein suivant pp''; ce talus réduit à sa projection est, par exemple, de $0^{m},50$ centimètres. D'après cette mesure on trace le point p'' sur le dessin; on le joint avec p' par une droite qui est la projection de l'arête supérieure du talus.

Le résultat des opérations que l'on vient d'expliquer est l'épure ci-après.

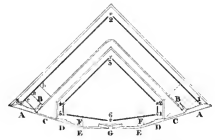
Dessin coté du Lever des Détails en maçonnerie de la coupure de la Tenaille.



Lever des Ouvrages en Maçonnerie.

De la Gorge de la Demi-lune et de son Réduit.

La gorge de la demi-lune et de son réduit se compose des profils en maçonnerie AA qui terminent ses faces, d'un escalier BB qui sert à communiquer dans le fossé qui sépare la demi-lune de son réduit, du mur de revêtement C de ce fossé du côté du corps de place; des profils en maçonnerie DD qui terminent les flancs du réduit, des murs de revêtement EE de la gorge, des murs de revêtement de l'entrée des poternes FF, et enfin du double escalier ou pas de souris G, qui sert à communiquer du fossé du corps de place dans le réduit.



Les détails des profils de parapets et de leur terre-plein AA, des petits escaliers BB et des murs de revêtement CC se rapportent aux perpendiculaires a, b et c élevées des lignes de canevas No. 1-2 et No. 3-2 du parapet des faces de la demi-lune.

Les détails des profils DD, des murs de revêtement de la gorge EE, des murs de revêtement FF des poternes, et du double escalier G, se rapportent aux lignes de canevas No. 1-6 et No. 5-6.

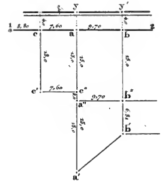
On voit que ces détails se divisent en deux parties qui sont de mêmes formes et mêmes dimensions; que pour en exécuter le lever on doit répéter les mêmes opérations sur l'une et l'autre de ces parties, et qu'il suffit d'expliquer les opérations à faire pour le lever de l'une d'elles, pour comprendre celles qu'il s'agira d'appliquer au lever de l'autre.

Pour opérer on trace sur la feuille de dessin une droite que l'on considère comme étant la projection de la ligne du canevas No. 1-2, à laquelle on donne, d'après l'échelle du dessin, une longueur convenable pour comprendre les distances du point No. 1 au pied de la perpendiculaire a, et de celui-ci au pied de la perpendiculaire b.

La perpendiculaire a se prolonge jusqu'à a', intersection

des lignes de projection du pied de l'escarpe du flanc du réduit, et de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement du fossé du corps de place.

La perpendiculaire b se prolonge jusqu'à b' au pied de l'escarpe, à l'angle formé par le pied du talus du flanc et de la face du réduit.



On mesure les distances de a à a' et de b à b'; et d'après les résultats de ce mesurage on construit sur le dessin les points a' et b'.

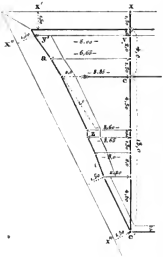
Sur les perpendiculaires a et b prolongées, on porte quatre mètres qui déterminent des points y y', que l'on joint par une droite qui est la projection de l'arête extérieure de la tablette d'escarpe. En dedans de cette ligne parallèlement et à la distance de 0,m50, on trace une deuxième droite qui est la projection de l'arête intérieure de la même tablette.

Les points a" et b" pris sur les perpendiculaires a et b sont joints par une droite qui est la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement du terre-plein de la demi-lune, les points a" et b" se déterminent en mesurant leur distance à a et à b.

Une troisième perpendiculaire est élevée d'un point c, pris sur la ligne de canevas N.o 1–2. Cette perpendiculaire a pour objet le lever des points de l'arête extérieure des tablettes du profil. Le point c est disposé de manière à ce que la perpendiculaire passe par le point c', pris à l'angle que forme l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement de profil du terre-plein avec le mur de revêtement de l'escalier qui communique au fossé. Le point c' se projette sur le dessin d'après la mesure de sa distance au point c.

Par le point c' on fait passer une droite qui est la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement de l'escalier. Elle est par construction parallèle à la ligne de canevas N.o 1–2, et à b"a". Cette droite à laquelle on rapporte les détails de l'escalier rencontre la perpendiculaire a a' au point c" distant de 2,m0 de a".

Les points de l'arête extérieure des tablettes du profil sont relevés, comme on vient de le voir pour ceux des



profils de tenaille, par le prolongement des arêtes de raccordement de ces tablettes jusqu'à la perpendiculaire CC', sur laquelle ces prolongements fixent des points, dont on mesure les distances respectives, on projette ces points sur le dessin; et la mesure de leur distance à ceux des profils sert à projeter ces derniers, que l'on joint par des droites qui sont la projection de l'arête extérieure des tablettes qu'il s'agit de déterminer.

Parallèlement à ces lignes, et à la distance de 1,m0 on en trace d'autres qui sont la projection de la deuxième arête des mêmes tablettes.

Comme on l'a déjà vu, le point y' de tablette d'escarpe se détermine par l'intersection de son arête intérieure yy', avec une droite que l'on fait passer par l'arête y' et a du talus extérieur prolongée sur la tablette du talus de plongée du parapet jusqu'à z.

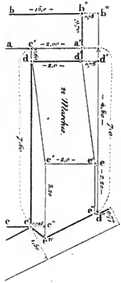
La tablette d'escarpe y'y et celle du terre-plein C' sont à la même cote de niveau. Au moyen de ces cotes et de celles qui leur correspondent aux pieds des murs de revêtement, du profil et de l'escarpe, on détermine la projection du talus de ces revêtemens.

Par exemple, cette projection étant de 1,m50; sur la droite yy' on élève les perpendiculaires yx et y'x'; sur la droite qui passerait par y'c' on élève les perpendiculaires y'x" et c'x'''. Sur ces quatre perpendiculaires on porte la même distance de 1,m50 qui détermine la projection des points xx'x" et x''' que l'on joint par des droites qui sont la projection du pied des murs de revêtement de l'escarpe xx' et du profil x"x'''.

Pour le lever de l'escalier qui communique de la demi-lune au fossé du réduit, on opère sur les lignes c'c", c"a" et a"b" déjà projetées sur le dessin.

On mesure la distance de c" à d, et on projette le point d, par lequel on élève à c"c' une perpendiculaire dd'. On projette d' d'après la mesure de sa distance à d et à a", et la droite qui joint d et d' est la projection de la première marche de l'escalier.

Sur la même ligne prolongée on porte une distance de 0,m73 qui détermine le point d" pris au pied du talus du mur de revêtement.



Sur a″ b″ du point b″ on élève une perpendiculaire b″b‴ sur laquelle on porte la même distance de 0,ᵐ73 le point b‴, que l'on joint avec d″ par une droite qui est la projection du soubassement du mur de revêtement, de terre-plein et de l'escalier. Cette droite est prolongée jusqu'en d‴.

On mesure la distance de d″ à e qui détermine la longueur de l'escalier réduite à sa projection et la distance de e à d‴ largeur du palier qui se termine à l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement, qui sépare le fossé du réduit de celui du corps de place.

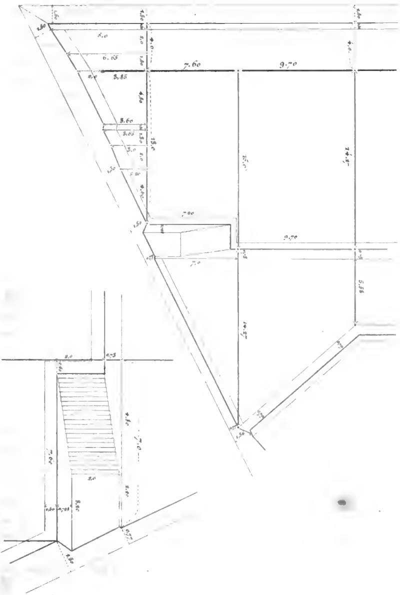
La perpendiculaire C C′ est prolongée jusqu'à c‴, au pied du mur de revêtement, qui sépare le terre-plein de la demi-lune du palier de l'escalier. La distance de c′ à c‴ qui est la projection du talus du revêtement est de 0,ᵐ728.

Par le point c″ on fait passer une droite qui par construction est parallèle à c′c″. Sur cette ligne on mesure à droite la distance de c″ à e′, et à gauche la distance de c′ à eᴵⱽ. On mesure la distance de e″ à e′ qui est la largeur de la dernière marche de l'escalier et de e′ à e qui est la projection du talus de revêtement qui raccorde le plan du fossé avec celui du palier qui est plus élevé.

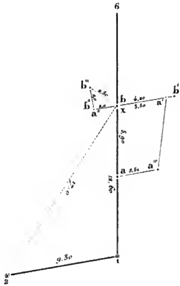
On mesure les distances de eᴵⱽ à c‴ et de eᴵⱽ à e′ et le point e‴ est déterminé par la mesure de ces deux distances. On joint eᴵⱽ à e‴ et e‴ à e′ par des droites qui achèvent la projection du palier et celle de l'escalier en joignant e″ à d et e′ à d′.

Le résultat des opérations successives que l'on vient d'expliquer est l'épure cotée ci-après.

Dessin coté du Lever des Détails en maçonnerie de la demi-lune.



Pour le lever de détail de la gorge du réduit de la demi-lune, on trace sur la feuille de dessin les lignes de canevas N.° 1-2 du flanc, et N.° 1-6 de la gorge. Le tracé se fait d'après l'angle N.° 1 que forme ces lignes. Cet angle se construit immédiatement sur le terrain, au moyen d'un triangle N.° 2. N.° 1, x dont on mesure les trois côtés. Par exemple, le coté N.° 1-2 est la ligne de canevas du flanc et le côté N.° 1-x est pris sur la ligne de canevas de la gorge N.° 1-6. La longueur de ce côté est fixée par l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement de l'entrée de la poterne. On mesure le troisième côté x N.° 2. On construit le triangle et le côté N.° 1-2 et le côté N.° 1-x prolongé, sont la projection des lignes de canevas auxquelles on rapporte les détails de la gorge du réduit de la demi-lune.



Le lever des profils en maçonnerie s'exécute comme ceux des faces de la demi-lune.

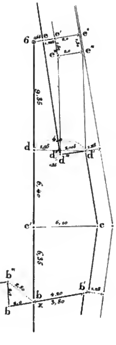
Pour le lever des autres détails, on mesure les distances ax, xa', xa" enfin celle de a' à a'". La droite qui joint a'xa" est la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement de l'entrée de la poterne. Cette droite par construction est parallèle à la ligne de canevas N.° 1-2 du flanc.

La droite a'a'" est la projection du mur de revêtement du profil du terre-plein.

Le point x se projette en b au pied du mur vertical de revêtement de l'entrée de la poterne. On mesure les distances b-b' et b-b"; b' est pris sur l'arête extérieure du mur de revêtement de la gorge, et b" à l'angle rentrant formé par la face de mur b-b' prolongé et celle du mur de profil du talus du terre-plein b"b'"

Le point b'" se détermine d'après la mesure de sa distance à b" et à b.

Le point c pris au sommet de l'angle que forment les murs de revêtement de la gorge se rapporte à une



perpendiculaire élevée en c' se projette d'après la mesure de sa distance au point b, et c d'après la mesure de sa distance à c'. La droite qui joint c à b' est la projection de l'arête extérieure de la tablette du mur de gorge.

Une autre perpendiculaire est élevée du point d. Elle passe par d' pris au sommet de l'angle formé par le revêtement de la gorge et la première marche de l'escalier, et par le point d'', pris sur la tablette du mur de revêtement contre lequel se projette l'escalier qui est prolongé jusqu'à d'''.

Le point d se projette d'après sa distance à c', d'' d'après sa distance à d ; d' d'après sa distance à d'', et enfin d''' d'après la mesure de sa distance à d''.

La droite qui joint d' à d''' est la projection de la première marche de l'escalier.

Le point e pris sur l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement du milieu de la gorge, dans la direction de la capitale de la demi-lune, qui passe par le point N°6 du canevas. Ce point se projette d'après la mesure de sa distance au N°6, et la droite qui joint e à d''' est la projection de l'arête extérieure de la tablette de ce revêtement.

Sur la droite N°. 6-e prolongée, on porte le point e' pris au pied du revêtement, et le point e'' qui détermine la largeur du palier.

Le point e' se projette d'après sa distance à e, que l'on obtient au moyen de la cote de niveau de chacun de ces points, et de l'angle de talus.

Le point e'' se projette d'après la mesure de sa distance à e'.

Par les points e' et e'' on fait passer des droites qui par construction sont parallèles à la tablette ed'''.

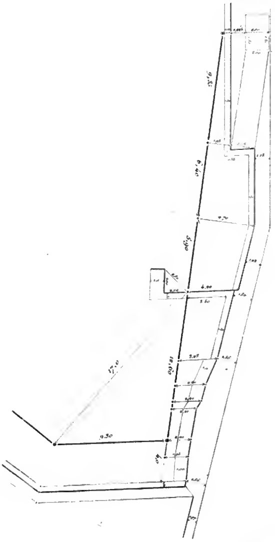
Les points e''' et e^{IV} pris sur ces lignes, se projettent d'après la mesure de leur distance à e' et e''. La droite qui joint e''' à e^{IV} est la projection de la dernière marche de l'escalier dont le plan rampant est déterminé par les droites qui joignent e''' à d' et e^{IV} à d'''.

La projection du pied des murs de revêtement de toutes les parties de la gorge se détermine d'après les cotes

de niveau, et l'angle de talus de ces revêtements.

Le résultat des opérations successives que l'on vi[…]
d'expliquer est l'épure cotée ci-jointe qui avec la pr[…]
dente sert à construire sur la minute le lever des […]
détails de la gorge de la demi-lune et de son rédu[…]

Dessin coté du Lever des Détails en maçonnerie du Réduit de la demi-lune.

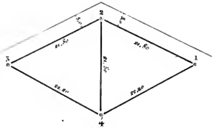


Lever des Ouvrages en Maçonnerie.

De la Gorge du Réduit de la Place-d'armes rentrante.

Les détails de la gorge du réduit de la place-d'armes rentrante, consistent, dans le mur de revêtement qui sépare le fossé du réduit de celui du corps de place, dans la rampe par laquelle on communique du fossé au terre-plein du chemin couvert, dans les profils en maçonnerie du parapet, dans les murs de revêtement de l'entrée de la poterne, le mur de revêtement de la gorge et enfin dans le double escalier.

Le lever de ces détails, s'exécute par des opérations analogues à celles que l'on vient d'expliquer pour le lever de la gorge du réduit de la demi-lune. Ils se rapportent aux lignes polygonales du canevas N.° 1-2-3 et 4, prises sur les faces et la gorge du réduit.

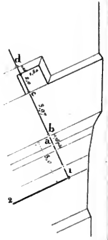


Ces lignes sont données; elles sont au nombre de quatre. Celles qui s'appuient sur les points N.os 1-2, et N.° 2-3 sont prises sur le parapet des faces du réduit. Les deux autres qui s'appuient sur les points N.° 1-4, et N.° 3-4 sont prises à la gorge.

Les droites N.° 1-2 et N.° 2-3 sont parallèles à la tablette d'escarpe et à la distance de trois mètres de l'arête extérieure de cette tablette. Elles ont de longueur, par exemple 21.m 80. Les points N.° 1 et N.° 3 qui limitent cette longueur sont à la distance de 2.m 0 de l'arête extérieure de la tablette de profil du talus de plongée du parapet.

Le point N.° 4 milieu de la gorge est pris en dedans de la tablette du mur de revêtement du double escalier. Les droites qui joignent ce point au N.° 1 et au N.° 3 ont de longueur 22.m 30.

On complette les données nécessaires pour construire sur la feuille de dessin la figure composée par les lignes du canevas, en joignant sur le terrain le point N.° 4 de la gorge avec le point N.° 3 du saillant, par une droite qui divise cette figure en deux triangles, N.° 2-1-4 et N.° 2-3-4.



On mesure le côté N.° 2-4 qui est de 21.m50.

Connaissant ainsi les trois côtés des triangles, on les construit sur la feuille d'épure.

On trace aussi une droite **a** parallèle à la ligne de canevas N.° 1-2 de la face du réduit, et à la distance comme de 3.m0 qui est la projection de l'arête extérieure de la tablette d'escarpe. En dedans de cette ligne et à la distance de 0.m30, on trace une deuxième droite qui est la projection de l'arête intérieure de la même tablette.

Une troisième droite **b** parallèle et à la distance de 0.m73 de la ligne **a**, est tracée sur le dessin. Elle est la projection du pied du mur de revêtement de l'escarpe que l'on obtient par le calcul d'après les cotes de niveau et l'angle de talus du revêtement.

Toutes ces lignes de projection étant tracées sur la feuille du dessin, opérant sur le terrain sur la ligne de canevas N.° 1-2, et du point N.° 1, on élève une perpendiculaire qui passe par **a** et **b**.

Cette perpendiculaire prolongée, rencontre le pied du mur de revêtement de la contre-escarpe en **c** et l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement contre lequel se projette la rampe en **d**. Les points **c** et **d** se projettent d'après la mesure des distances de **b** à **c** et de **c** à **d**.

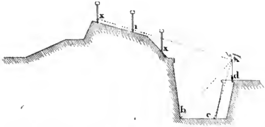
Par les points **c** et **d**, on trace sur le dessin deux droites qui par construction sont parallèles à la ligne de canevas N.° 1-2. La droite qui passe par **c** est la projection du pied du mur de revêtement de la contre-escarpe, et celle qui passe par **d**, la projection de l'arête extérieure du mur de revêtement sur lequel se projette la rampe.

La perpendiculaire élevée du point N.° 1 du canevas est prolongée jusqu'à **d** au moyen du fil-à-plomb, qui établit un plan vertical sur la trace duquel se trouvent les points **a b c** et **d**.

Il est nécessaire d'expliquer quels sont les moyens que l'on peut employer sur le terrain, pour déterminer cette perpendiculaire.

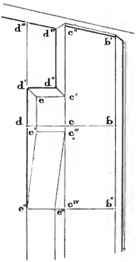
Par exemple, pour opérer on place un jalon sur le point N.° 1, un deuxième dans la direction de la perp.re

en x sur le talus extérieur du parapet; un troisième jalon est placé dans la même direction en arrière, en x' sur la crête du talus de plongée.



On se porte ensuite sur la tablette du mur de contre-escarpe. Au moyen du fil-à-plomb, par le tâtonnement, on cherche la droite qui passe par les trois jalons placés sur le parapet, et la pointe du plomb marque sur le terrain le point d qui est dans la même droite.

Le plan établi par le fil-à-plomb passe par les points b et c. On fait marquer ces points avec des fiches ou des jalons, et les points qui doivent se trouver sur la perpendiculaire sont déterminés sur le terrain; et ils se projettent sur le dessin d'après la mesure de leur distance respective

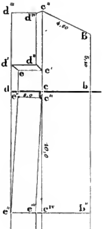


Sur la ligne qui passe par le point c on détermine à droite le point c' pris au sommet de l'angle formé par le pied du mur de revêtement c'e du palier de la rampe, qui par construction est perpendiculaire à cc'. Le point c' se projette d'après la mesure de sa distance à c.

Sur la même droite, on détermine le point c'' qui est au sommet de l'angle formé par le pied du mur de la contre-escarpe du fossé du réduit, et l'arête extérieure de la tablette du mur de revêtement, qui sépare le fossé du réduit, de celui du corps de place. Le point c'' se projette d'après la mesure de sa distance à c'.

Le point b' est au sommet de l'angle formé par la tablette du mur de contre-escarpe du fossé du corps de place, et le pied du mur d'escarpe du réduit. Le point b' se projette d'après la mesure de sa distance à c'' et b.

Revenant sur la droite qui passe par c, opérant à gauche de c on détermine le point c''' qui est pris à l'angle



que forme le pied du mur de contre-escarpe c''' e' qui est la projection du bas de la rampe, qui par construction est perpendiculaire à c''' c c'. Le point c''' se projette d'après la mesure de sa distance à c, et e' d'après la mesure de sa distance à c'''.

Le point c^{IV} est au pied du mur de contre-escarpe dans la même droite que c''' et c''. Cette droite est, par construction, perpendiculaire à c^{IV} e''' e''. Le point c^{IV} se projette d'après la mesure de sa distance à c'''; le point e''' d'après la mesure de sa distance à c^{IV} qui est dans la projection du talus du mur de revêtement de contre-escarpe; le point e'' se projette d'après la mesure de sa distance à e'''.

Comme moyen de vérification, on prolonge la perpendiculaire e''-c^{IV} jusqu'à b'' au pied du mur d'escarpe; on mesure la distance de c^{IV} à b'', et si on a bien opéré c^{IV}-b'' sera égal à cb.

La droite qui joint e'' à d est la projection de l'arête extérieure de tablette du mur de revêtement, contre lequel se projette la rampe. Le plan de cette rampe est déterminé par les deux droites qui joignent e'' à e' et e''' à c''', et le lever de la rampe est achevé et projeté sur le dessin coté; en joignant e' à e le lever de son palier sera également achevé.

Sur la droite e'' d prolongée on détermine le point d' qui est au sommet de l'angle que fait avec cette droite la tablette d d'' du mur de revêtement du palier. Le point d' se projette d'après la mesure de sa distance à d et d'' d'après la mesure de sa distance à d'.

La droite d' d'' est par construction parallèle à e c', et si on a bien opéré, elle sera à une distance de cette dernière, égale à la projection du talus du mur de revêtement.

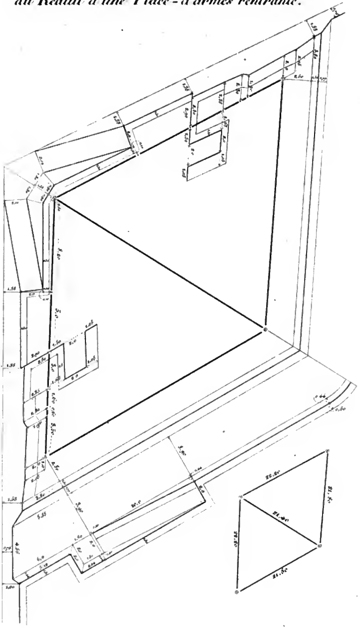
Sur la droite d d' prolongée, on détermine le point d''' qui est pris sur l'arête extérieure de la tablette du mur de contre-escarpe du fossé du corps de place. Ce point se projette d'après la mesure de sa distance au point d'.

Le point d^{IV}, qui est pris au sommet de l'angle formé par l'arête extérieure de la tablette du mur de

contre-escarpe du fossé du corps de place, et la tablette du mur de contre-escarpe du fossé du réduit, se projettent d'après la mesure de sa distance à d‴ et à d″.

Le lever du fossé et de la rampe du réduit étant achevé et projeté sur le dessin coté, on s'occupe du lever de la gorge du réduit qui n'exige aucune explication autre que celles qui ont été données pour le lever de la gorge du réduit de la demi-lune. L'épure ci-après suffira pour rappeler ce qui a été dit sur ce lever.

Dessin coté du Lever des Détails en maçonnerie du Réduit d'une Place-d'armes rentrante.

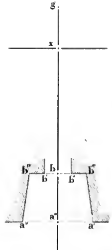


Du Lever des Poternes.

Le lever des poternes s'exécute par plans coupés et élévations. Ce lever se rapporte à l'axe de la galerie.

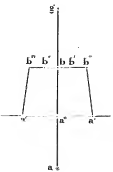
Les points qui fixent la longueur de cet axe sont pris sur l'arête extérieure du seuil des portes d'entrée et de sortie.

La poterne du Corps de place et la poterne de la tenaille ont pour axe de galerie une droite perpendiculaire au parapet de ces ouvrages; elle est dans la direction de la capitale.



La poterne du réduit de la demi-lune, comme celle du réduit de la place-d'armes, a pour axe de galerie une droite qui est dans une direction oblique, par rapport à la capitale.

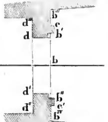
Qu'il s'agisse, par exemple, du lever de la poterne du corps de place. Ce lever se rattache à une ligne qui joint deux points a et x du canevas. Le point a est pris au sommet de la rampe qui conduit à l'entrée de la poterne, et le point x au milieu de la ligne de canevas de la courtine. La droite a g est la projection de l'axe de galerie de la poterne; elle est dans le même plan vertical que ax. On trace cette droite sur la feuille du dessin ainsi que le point a.



Sur cette droite, on détermine un point b pris sur l'arête extérieure du seuil de la porte d'entrée. Ce point se projette d'après la mesure de sa distance au point a. Par le point b on fait passer une droite perpendiculaire à b g qui est la projection de l'arête du seuil de la porte b'b'', et du pied du mur de revêtement b''' b^IV. Les points b'b'' se projettent d'après la mesure de leur distance à b, et les points b''' b^IV d'après la mesure de leur distance à b' pour l'un et pour l'autre à b''.

Deux obliques b'''a' et b^IV a'' sont la projection du pied du mur de revêtement des profils du talus intérieur du rempart. Les points a'a'' se déterminent sur le terrain, en les joignant par une droite qui coupe l'axe a g au point a'''. Le point a''' se projette d'après la mesure de la distance à b. Par construction la

droite a'a" qui passe par a''' est parallèle à b'''b^{IV}. Les points a' et a" se projettent sur cette ligne d'après la mesure de leur distance à a'''; et comme moyen de vérification, on mesure les distances b'''a' et b^{IV}a".



Sur la droite b'b" prolongée, on porte les points c c' qui déterminent l'encadrement de la face extérieure des jambages de la porte. On mesure la saillie de cet encadrement, et les points c et c' se projettent d'après la mesure de leur distance à b' et à b".

Sur la même droite, et des points b' et b", on élève des perpendiculaires b'd et b"d'; elles sont la projection des faces latérales des jambages de la porte. Les points d et d' se projettent d'après la mesure de leur distance à b' et b".

Sur les côtés des angles qui ont pour sommet b' et b", on mesure les dimensions de la feuillure taillée sur ces angles.

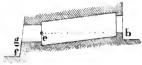
Par les points d et d' on fait passer une droite, qui est la projection de l'arête intérieure du seuil de la porte. Cette même ligne prolongée jusqu'à d" et d''' détermine la projection de la face intérieure des jambages de la porte.

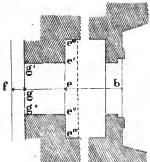
Les points d" et d''' se projettent d'après la mesure de leur distance à d et d'.

La largeur de la galerie est égale à la distance de d" à d'''. Elle est de la même largeur jusqu'à la porte de sortie.

Pour arriver au lever de la porte de sortie, on mesure la longueur de la galerie de la poterne, à partir de l'arête extérieure b du seuil de la porte d'entrée jusqu'au point e, où se termine la pente de la galerie, qui est ensuite horizontale jusqu'au point g pris sur l'arête extérieure du seuil de la porte de sortie.

La galerie étant de même largeur jusqu'au point e, il n'est pas nécessaire de projeter la ligne be sur le dessin dans toute sa longueur, il suffit d'écrire cette longueur sur une ligne quelconque la plus réduite possible. Cette donnée suffit pour construire la galerie sur le plan minute, suivant ses vraies dimensions: c'est afin de prendre moins de place sur la feuille du dessin





Par le point e projeté sur le dessin, on fait passer une perpendiculaire à eb, sur laquelle on porte à droite et à gauche les points e', e'' et e''' e^IV. Les points e'e'' qui déterminent la largeur de la sortie se projettent d'après la mesure de leur distance à e; les points e'''e^IV, qui déterminent la largeur de la galerie, se projettent d'après la mesure de leur distance à e' et e''; et comme moyen de vérification cette largeur est prise en outre par un seul mesurage.

On fait passer ensuite par le point g une perpendiculaire à ge prolongement de be, sur laquelle on porte à droite et à gauche, les points g' et g'', qui déterminent la largeur de la porte de sortie, suivant l'arête extérieure de son seuil, dont la droite g'g'' est la projection. Le point g se projette d'après la mesure de sa distance à e, g' et g'' d'après leur distance à g; et comme moyen de vérification, on mesure les faces latérales g'e' et g''e''.

On projette ensuite le point f pris au pied du mur de l'escarpe, et le lever du plan de la poterne est achevé.

On s'occupe ensuite des Coupes et Élévations, qui complettent la description des détails de la poterne.

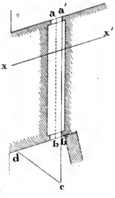
Pour ce qui est des procédés à employer pour exécuter le lever de ces détails par coupes et Élévations, ils sont les mêmes que ceux qui s'appliquent au lever de bâtiment et qui sont enseignés par M.r le Professeur de Construction.

Par des moyens analogues à ceux que l'on vient d'expliquer, on pourra faire le lever des détails de poterne de la tenaille du réduit de la demi-lune, et du réduit de la place-d'armes.

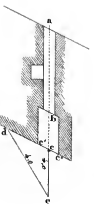
Seulement pour les deux dernières, l'axe de la galerie, à laquelle on rapporte le lever des détails, ne peut être tracé immédiatement sur la feuille de dessin comme pour les premières.

Pour ce tracé, il faut connaître l'angle que la ligne d'axe ab fait avec la ligne de canevas xx' prise sur le parapet, ou ce qui est la même chose, avec bd, qui est

la projection du pied du mur de revêtement de l'entrée de la poterne qui par construction est parallèle à xx'.

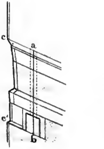


Pour construire cet angle, d'abord pour la poterne du réduit de la demi-lune, on fait passer une droite a'b' par les jambages correspondans de la porte d'entrée et de sortie de la poterne; on prolonge cette ligne jusqu'à c dans l'intérieur du réduit à la distance de 4m,0 de b'. A partir de b', on mesure une semblable distance contre le pied du revêtement qui détermine le point d; on mesure la distance de d à c, et on a composé un triangle b'cd dont on connait les trois côtés que l'on construit sur la feuille du dessin, et qui, en prolongeant le côté cb' vers a', complette la projection de l'angle cherché db'a', et la droite a'b' sera parallèle à la ligne d'axe ab.



Pour les poternes du réduit de la place-d'armes, dont l'entrée est disposée d'une autre manière que celle de la poterne précédente, l'axe ab est prolongé jusqu'à la droite qui joint les deux faces du profil c'c''. Cet axe détermine un point c, que l'on projette d'après la mesure de la distance à b. On prolonge abc en dedans du réduit à une distance de 4m,0 qui détermine le point e. Sur le pied du mur de revêtement à partir de c; on porte une distance également de quatre mètres qui détermine le point d; on mesure la distance de d à e et on a composé un triangle ced, dont on connait les trois côtés, que l'on construit sur la feuille de dessin, et le côté ec prolongé avec cd composent l'angle cherché dca

Pour construire les poternes sur la carte minute d'après les dessins côtés, on voit que l'axe des premières, c'est-à-dire, de celles du corps de place et de la tenaille est dans la projection même de la capitale; la position de chacune de ces poternes est donc déterminée de position sur le canevas.



Mais on remarque que l'axe des dernières, de celles de la demi-lune et de la place-d'armes restent indéterminées. Pour fixer leur position, on rapporte les points a et b qui déterminent leurs longueurs par la mesure au point c pour a, et à c' pour b. Les points c et c' sont projetés sur le dessin, comme on le voit par la figure ci-jointe. Le point c est pris à l'intersection que l'arête

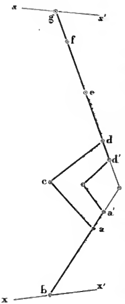
extérieure de la tablette du mur de revêtement, qui sépare le fossé du réduit de celui du corps de place, forme avec la projection du pied de mur de revêtement de l'escarpe du réduit.

Le point c' est pris à l'intersection de l'arête de la tablette du mur de revêtement de la gorge, avec le pied du mur de revêtement de l'entrée de la poterne.

Au moyen de ces dispositions et des dessins cotés, on pourra construire sur la carte minute les détails vus en projection de l'entrée et de la sortie des poternes, et par des lignes ponctuées on construira la projection de leur galerie.

Des Ouvrages en Maçonnerie.

Du Chemin-Couvert.

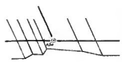


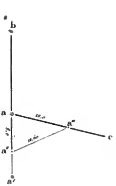
Les ouvrages en maçonnerie du chemin couvert, des bastions et des demi-lunes, consistent dans les murs de revêtement des escarpes et dans les profils des traverses. Le lever des détails de ces ouvrages se rapportent aux lignes polygonales du canevas, prises parallèlement aux escarpes sur le terre-plein du chemin-couvert.

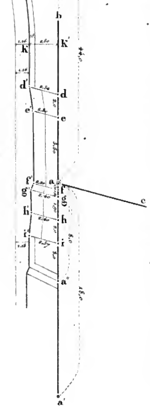
Les lignes de canevas de chacune des branches du chemin couvert sont données, ainsi que les points pris sur ces lignes, et qui fixent la position des traverses.

Par exemple, on voit que la ligne a b qui est celle de canevas de la branche de droite du chemin couvert du bastion, passe par le point a' de la face de gauche du réduit de la place-d'armes rentrante, par le point a de la traverse de cette place-d'armes, et que cette ligne se termine au point b du terre-plein de la place-d'armes saillante sur la capitale x x' du bastion prolongée.

Que la ligne d g, qui est celle de canevas de la branche de gauche du chemin couvert de la demi-lune, passe par le point d' du réduit de la place-d'armes rentrante, par le point d de la traverse de cette place d'armes, par le point e de la deuxième traverse, par le point f de la traverse de la place-d'armes saillante, et qu'elle se termine au point g sur le terre-plein de cette place-d'armes, dans la capitale z z' de la demi-lune prolongée.







Les points de traverses a et d sont dans les lignes ca et cd de canevas du chemin couvert de la place-d'armes rentrante, sur la plongée à la distance de 0m,50 de la crête intérieure.

Pour opérer d'après ces données, on trace les lignes de canevas sur la feuille du dessin;

Par exemple, celle de la branche du chemin couvert du bastion, sur laquelle on projette d'après sa distance à a' le point a, ensuite le point b d'après sa distance à a.

Le tracé de la ligne de canevas ac du chemin couvert de la place-d'armes, s'exécute d'après un triangle a''aa''', formé sur ba'. Le point a'' est pris sur l'arête extérieure de la tablette du mur de contre-escarpe du fossé du réduit de la place d'armes, et le point a''' sur la ligne de canevas ac.

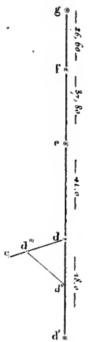
On mesure la distance de a'' à a''' et le triangle construit sur le dessin d'après ces données détermine le côté aa''', qui prolongé est la projection de la ligne de canevas ac de la place-d'armes.

Opérant ensuite sur le terrain pour le lever du profil en maçonnerie de la traverse, on prolonge comme on l'a déjà vu, au moyen du fil-à-plomb, les arêtes des tablettes du profil jusqu'à la ligne de canevas a'ab sur laquelle ces arêtes prolongées déterminent des points d e f g h et i que l'on marque avec des fiches. On mesure leur distance respective et d'après ces distances on les projette sur le dessin.

Par ces points on fait passer des droites, qui par construction sont parallèles entre elles et à la ligne de canevas ac; on mesure sur ces lignes la distance de leur point d'origine pris sur a'ab aux points d'e'f'g'h' et i', pris sur l'arête extérieure des tablettes du profil; et les points sont projetés sur le dessin d'après les résultats de ces mesures.

Les points d' et e', e' et f', f' et g', g' et h', h' et i' sont joints par des droites qui sont la projection de l'arête extérieure des tablettes, savoir; du talus extérieur, de celui de la plongée, du talus intérieur, de la banquette et du talus de la banquette.

On trace d'autres droites parallèles à celles-ci et à une distance de 1m,0, qui sont la projection de l'arête intérieure des mêmes banquettes.



Le point d' est pris sur l'arête extérieure de la tablette du mur de contre-escarpe; le point K est pris sur la même arête; il est le point de tangence de cette arête avec l'arc de cercle qui raccorde la contre-escarpe de cette première branche du chemin-couvert du bastion avec la deuxième. On mesure la distance de a à K', du point K' on élève une perpendiculaire K'K, le point K se projette d'après sa distance à K' et la droite qui joint d' à K est la projection de l'arête extérieure de la tablette qui par construction est parallèle à la ligne de canevas a b. Parallèlement et à la distance de 0m,30 de cette ligne, on en trace une autre qui est la projection de l'arête intérieure de la même tablette, et le lever des ouvrages en maçonnerie d'une des branches du chemin couvert du bastion est achevé.

La projection des talus de contre-escarpe se conclut, comme nous l'avons vu, des cotes de niveau et de l'angle de ces talus.

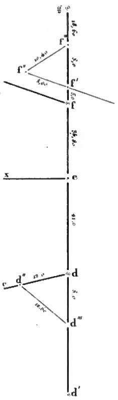
Le lever des branches du chemin-couvert de la demi-lune s'exécute comme on vient de l'expliquer pour le lever des branches du chemin couvert du bastion. L'épure du lever de ces branches comme celui des premières, fait l'objet d'un dessin particulier.

Pour ce lever, on trace une droite qui est la projection de la ligne de canevas d'g, sur laquelle on projette le point d de la traverse de la place-d'armes, le point e de la traverse du milieu de la branche, le point f de la traverse de la place-d'armes saillante, et le point g pris sur le terreplein de cette place-d'armes dans la capitale de la demi-lune prolongée.

Le point e se projette sur le dessin d'après la mesure de sa distance à d et le point f d'après sa distance à e, et le point g d'après sa distance à f.

La ligne de canevas dc de la place-d'armes se projette au moyen d'un triangle dd''d''' construit sur dd'' qui est le prolongement de la ligne de canevas gd.

Pour la traverse e du milieu de la branche du

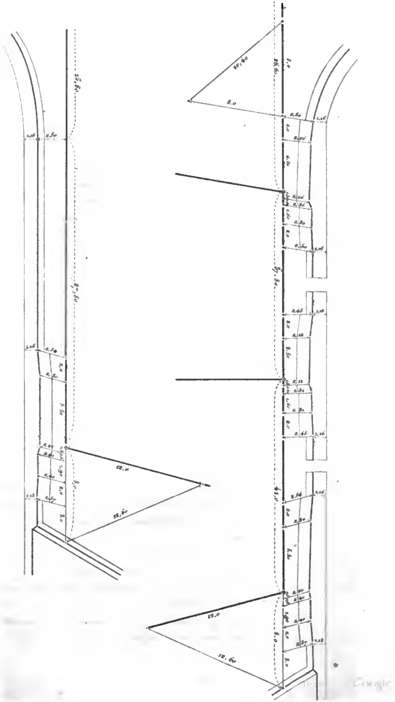


chemin-couvert, on opère sur la ligne de canevas dg et sur une autre ligne ex qui lui est perpendiculaire.

Le lever des détails en maçonnerie de la traverse f de la place-d'armes saillante, se fait en opérant sur la ligne de canevas eg et sur une autre ligne qui passe par f, et qui est dans la direction de la tablette d'escarpe de la demi-lune. La direction de la tablette d'escarpe se prend avec le fil-à-plomb. Elle coupe la ligne de canevas fg en un point f', elle est prolongée jusqu'à f'' sur la banquette du chemin-couvert, au pied du talus intérieur. On mesure la distance de f' à f''. On mesure une autre distance f'f''' sur la ligne de canevas fg. On mesure la distance de f'' à f''' et on a ainsi composé un triangle f'f''f''', dont on connait les trois côtés et que l'on construit sur le dessin. Le côté f'f'' est dans la position que doit avoir la ligne cherchée de la traverse, et que l'on projette en faisant passer par f une parallèle à f'f''.

Les lignes de canevas, auxquelles on rapporte les détails des profils en maçonnerie des trois traverses, étant ainsi disposées et projetées sur le dessin, on exécute le lever et la projection de ces détails, comme on l'a expliqué pour la traverse de la branche du chemin couvert du bastion; et les résultats des opérations de ce lever produisent les épures ci-jointes.

Dessin coté du Lever des Détails en maçonnerie du Chemin couvert.



Lever des Ouvrages de fortification en terre.

Les Ouvrages de fortification en terre, ne présentent pas comme ceux en maçonnerie, des arêtes bien déterminées. Les arêtes des ouvrages en terre sont presque toujours altérées par l'affaissement des masses, par des travaux d'abord exécutés, puis démolis, tels que sont ceux des batteries pour l'armement et le désarmement des places &c.

S'il s'agissait de lever exactement les détails des ouvrages en terre dans leur état actuel de dégradation, ce lever prendrait beaucoup de temps; il serait difficile et ses résultats définitifs ne rempliraient pas les conditions désirables, qui sont moins de produire la forme exacte de ces détails, qu'une définition qui conduise à faire connaître le volume de terre qui compose chacune de leurs parties.

Le cubage de ces terres est le résultat du calcul, qui ne peut s'effectuer que sur des figures poliédriques dont on connait les dimensions par la projection de leurs arêtes, par des cotes de niveau, ou des coupes et des élévations. L'épure du lever des détails dans l'état actuel de dégradation dans lequel nous les supposons, présentera des formes irrégulières qu'il faudra nécessairement transformer pour faire les calculs, en d'autres qui soient régulières et de même volume.

Pour arriver à ce résultat avec plus de facilité, plus promptement et avec plus d'exactitude, la transformation des formes irrégulières en des formes régulières se fait immédiatement sur le terrain, par la recherche d'arêtes rectilignes moyennes entre celles existantes qui peuvent être arrondies ou altérées par des arrachements. Ces arêtes de recherche produisent en projection des figures qui seraient celles des mêmes détails rétablis d'après leur premier tracé, mais que l'affaissement des terres aurait réduits à de moindres dimensions.

Ce genre de lever, qui exige une grande précision, lorsqu'il doit servir immédiatement à l'étude d'un projet de construction ou de restauration, en exige moins pour un lever d'ensemble, parce que ce lever dans ses résultats n'a rien de durable sous le rapport de l'exactitude que l'épure du lever des ouvrages en maçonnerie. Pour les ouvrages en

terre dont les formes sont variables et qui peuvent être altérées, elles se lèvent de nouveau toutes les fois qu'il s'agit de construction ou de la restauration des ouvrages.

Les procédés employés pour l'un et l'autre de ces levers sont les mêmes; seulement pour le premier qui exige plus de précision, les arêtes moyennes sont déterminées par un plus grand nombre de points.

Les points qui fixent la position des arêtes des ouvrages en terre, comme ceux des arêtes des ouvrages en maçonnerie, se rapportent aux lignes du canevas et à des perpendiculaires élevées de ces lignes.

Lever des Ouvrages en terre du Corps de place.

Les détails des ouvrages en terre du corps de place se projettent sur l'épure par leurs arêtes, qui sont; celles du talus extérieur, l'arête de la plongée ou crête intérieure, l'arête de la banquette, celle de son talus, l'arête du terre-plein et du talus intérieur du rempart. Les arêtes des rampes, celles des plate-formes des batteries, des barbettes des embrâsures, &c.

Les perpendiculaires élevées des lignes de canevas composent des profils, sur lesquels on porte les points des arêtes qu'il s'agit de relever. Ces profils, que l'on multiplie à volonté, sont assez nombreux pour atteindre à l'exactitude relative à l'objet que l'on se propose du lever entrepris.

Nous ne considérons que l'exactitude relative aux lever d'ensemble, parce que, comme nous l'avons dit, les procédés que l'on emploie pour arriver à celle-ci sont les mêmes que ceux que l'on devra employer pour atteindre à une exactitude quelconque plus approchée.

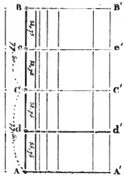
Lever de la Courtine du Corps de Place.

S'il s'agit du lever des ouvrages en terre de la courtine, on trace sur la feuille du dessin une droite **ABC** qui est la ligne du canevas à laquelle on doit rapporter ce lever

La longueur de cette ligne est déterminée par les points A et B. Le point C la partage en deux parties

égales: il est dans la capitale de la demi-lune prolongée.

On détermine sur le terrain et sur la ligne AB deux autres points d et e qui divisent AC et CB en deux parties égales. Ces points se projettent sur la feuille d'épure d'après la mesure de leur distance à A et à C



Par les points A d c e B, on élève des perpendiculaires que l'on prolonge jusqu'au pied du talus intérieur du rempart aux points A' d' C' e' et B', et ces points sont projetés sur l'épure d'après la mesure de leur distance au pied des perpendiculaires dont elle détermine la longueur.

Sur chacune de ces perpendiculaires qui sont des lignes de profil, on marque sur le terrain leurs points d'intersection avec les arêtes de l'ouvrage, et ces points se projettent sur l'épure d'après la mesure de leur distance respective.

Les points de l'épure étant levés et construits sur la carte ils sont joints par des droites qui sont la projection des arêtes des détails de la courtine.

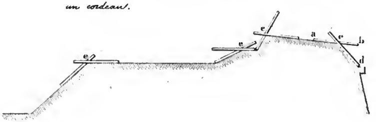
Pour opérer, les points du canevas ACB sont jalonnés, on connait les distances égales, AC et CB de 77.^{m}50. Les points d et e qui partagent AC et CB en deux parties égales seront à la distance de 38.^{m}75 des points A et C. On mesure ces distances et les points d et e sont déterminés; on les signale comme les autres, par des jalons.

De chacun des points pris sur la ligne de canevas on élève les perpendiculaires AA', dd' &c^{a}. Cette opération s'exécute avec la grande équerre en bois et le fil-à-plomb, ou avec l'équerre d'Arpenteur. Ces perpendiculaires se prolongent d'abord jusqu'à la crête du talus intérieur du rempart, puis au pied de ce talus. Ces points sont signalés par des jalons, par des piquets ou des fiches en fer.

On mesure la longueur totale des perpendiculaires et d'après ces mesures on les construit sur l'épure. Cette mesure s'exécute avec le quadruple mètre.

On détermine sur les perpendiculaires qui sont des lignes de profil, leurs points d'intersection avec les arêtes de l'ouvrage; on marque ces points sur le terrain avec des fiches; on mesure leurs distances respectives, et on les

projetté sur l'épure. Ces arêtes peuvent être arrondies ou altérées par des arrachements. Pour trouver leur tracé primitif, on place deux règles ab et cd, une sur chacun des plans qui forment les arêtes; le point e où se rencontrent les règles, est un de ceux de l'arête cherchée, que l'on marque avec une fiche. Pour faciliter ce travail, les lignes de profils se marquent successivement sur le terrain avec un cordeau.



On répète la même opération sur toutes les lignes de profil Ade &c; excepté les profils A et B, les autres sont prolongés jusqu'à la tablette d'escarpe, pour déterminer les points de l'arête du talus extérieur.

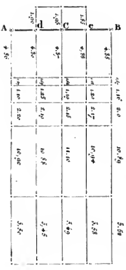
La courtine par construction est supposée horizontale, et ses arêtes parallèles entre elles; si les surfaces qui composent ses détails n'avaient pas été affaissées et leurs arêtes arrondies ou déformées par des arrachements et des éboulements de terre, tous les profils de la courtine seraient égaux, et le lever d'un seul suffirait pour faire sur l'épure le tracé de la projection de toutes les arêtes.

D'après l'état actuel de dégradation dans lequel on suppose l'ouvrage, les profils diffèrent plus ou moins entre eux suivant l'état de dégradation dans lequel se trouvent les arêtes au moment du lever.

Les figures construites d'après ces profils sont irrégulières; il s'agit de leur substituer des figures régulières semblables à celles du premier tracé, mais qui diffèrent le moins possible du volume des premières.

Pour cette transformation, on réduit les arêtes tracées par les points des profils mesurés sur le terrain, qui sont des lignes brisées et des droites moyennes à ces lignes.

Par exemple, la distance à la ligne AB du canevas des points de l'arête du talus extérieur du parapet est



pour le point pris sur la perpendiculaire d de 1m,90, sur la perpendiculaire C de 1m,95 et enfin sur la perpendiculaire e de 1m,85. La moyenne entre ces distances sera $1^m,90 + 1^m,95 + 1^m,85 = \frac{5,70}{3} = 1^m,90$ qui sera la distance cherchée de l'arête du talus extérieur à la ligne de canevas A B.

Les distances à la ligne de canevas A B des points de l'arête du talus intérieur du parapet sont réduites par les mêmes moyens.

La distance du point pris sur la perpendiculaire A est de 4m,36, sur la perpendiculaire d de 4m,30, sur la perpendiculaire C de 4m,37, sur la perpendiculaire e de 4m,33, et enfin sur la perpendiculaire B de 4m,35. La moyenne entre ces distances sera $4^m,36 + 4^m,37 + 4^m,33 + 4^m,35 = \frac{21,71}{5} = 4^m,34$

En opérant de la même manière sur les points des autres arêtes, on réduira ces arêtes comme les premières en des droites qui seront les lignes de projection cherchées.

Par exemple, la distance des points de l'arête du pied du talus intérieur du parapet à la ligne de canevas AB sera pour ceux pris ; sur la perpendiculaire A de $4^m,36 + 0^m,67 = 5^m,03$, sur la perpendiculaire d de $4,30 + 0^m,69 = 4^m,99$, sur la perpendiculaire C de $4^m,37 + 0^m,62 = 4^m,99$, sur la perpendiculaire e de $4^m,33 + 0,68 = 5^m01$, sur la perpendiculaire B de $4^m,35 + 0^m,67 = 5,02$.

La moyenne entre ces distances sera ; $5^m,03 + 4^m,99 + 4^m,99 + 5^m,01 + 5^m,01 = \frac{25,03}{5} = 5^m,0$.

La distance cherchée est celle de la projection du talus intérieur du parapet ; cette distance sera égale à celle de l'arête du pied de ce talus à la ligne de canevas AB ; moins la distance à cette ligne de l'arête supérieure de ce talus, elle sera donc de $5^m,0 - 4^m,34 = 0^m,66$.

Par une suite d'opérations semblables on trouve les distances moyennes entre la ligne de canevas AB et les arêtes de la banquette et de son talus ; celles de la crête et du pied du talus intérieur du rempart desquelles on conclut les distances respectives entre ces arêtes.

Ces distances sont, par exemple, pour la banquette de 1m,18, pour son talus de 2m,20, pour le terreplein 10m,94 et enfin pour le talus intérieur du rempart 4m,49.



Profil moyen

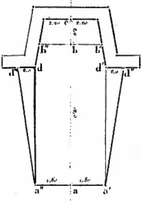
On est ainsi parvenu à la construction d'un profil moyen entre ceux qui ont été mesurés sur le terrain. Alors les points de ces profils pour chacune des arêtes sont dans la même droite, et ces droites sont parallèles entre elles et aux lignes du canevas. La figure des détails qu'elles définissent, est régulière; elle diffère peu en volume de la figure irrégulière qui serait construite d'après les profils mesurés sur le terrain, et enfin en ajoutant à ces projections leurs cotes de niveau, on aura toutes les données nécessaires pour décomposer et calculer le volume de terre de chacune des parties de l'ouvrage.

Il n'est pas nécessaire de tracer sur l'épure la ligne de canevas suivant toute sa longueur, ni d'écrire sur les cinq profils les distances qui sont les mêmes pour tous. On écrit ces distances seulement sur les deux profils extrêmes A et B.

On écrit la longueur totale de la ligne AB que l'on a trouvée dans les registres du canevas de 155,m00; la distance de AC point milieu entre A et B de 77,m50; les distances de A à d et de C à e points milieux de AC et de CB, qui sont égales et de 38,m75.

L'entrée de la poterne, pratiquée au milieu de la courtine peut être plus basse que le terrain naturel; alors on arrive à cette entrée par une rampe dont il faut faire le lever.

Les arêtes de cette rampe qui peuvent être arrondies sont étudiées pour les réduire à leur tracé primitif; on marque avec des fiches les points qui fixent leur position; on fait le lever de ces points, on les construit sur l'épure, et on les joint par des droites qui sont la projection des arêtes qui définissent la rampe.



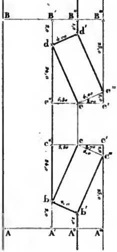
Soit a le sommet et b le pied de la rampe, c l'arête extérieure du seuil de la porte d'entrée de la poterne. Ces points sont sur la même droite qui est le prolongement de l'axe de la galerie de poterne, a'a'' la largeur de la rampe à son sommet, b'b'' la largeur du palier au pied de la rampe qui se termine au mur de revêtement. Les droites a'a'' et b'b'' sont par construction parallèles entre elles et à la face du mur de revêtement de l'entrée de la poterne qui est parallèle à la ligne de canevas de la courtine.

Les points d d' sont déterminés par le mur de revêtement ainsi que les points d''d'''.

Ces points étant marqués sur le terrain avec des fiches comme on vient de le dire, le point b se projette d'après la mesure de la distance au point c, et a d'après la mesure de la distance à b.

Les points a'a'' se projettent d'après la mesure de leurs distances à a, d'' et d''' d'après la mesure de leur distance à d et d', enfin b' et b'' sont déterminés par le mur de revêtement.

Le lever étant achevé et les points construits sur l'épure, pour projeter la rampe on joint a'' à d et a' à d', et pour la crête du talus de raccordement de la rampe avec le terrain naturel, on joint a' à d'' et a'' à d'''.



Le lever des rampes qui peuvent se trouver sur la courtine, se rapporte aux lignes de profils AA' et BB' et à la droite qui joint A' et B'.

Les arêtes moyennes de détails des rampes sont étudiées, marquées avec des fiches et les points déterminés sont relevés pour être projetés sur l'épure.

Les points b et d pris sur la droite A'B' sont projetés d'après la mesure de leur distance à A' et à B'. Les perpendiculaires AA' et B'B''', les points A'' et B'' sont pris sur la crête du talus intérieur du rampart et les points A''' et B''' au pied du même talus; ces points se projettent sur l'épure d'après la mesure de leur distance respectives.

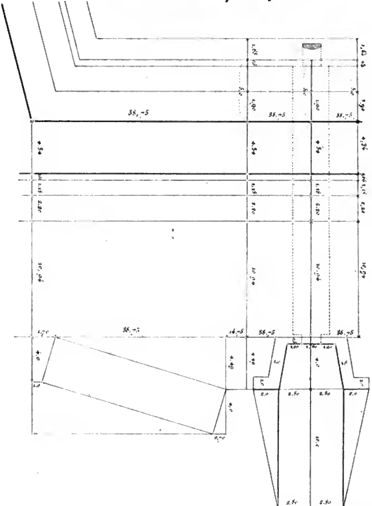
Les points b' et d' se projettent d'après la mesure de leur distance à A'' et B'' prise sur la droite qui joindrait A'' à B''; les droites qui joignent b à b' et d à d' sont la projection de l'arête que forme le plan des rampes avec celui du terre-plein.

Les points c'' et e'' pris sur A'B' sont les pieds de deux perpendiculaires qui passent par cc' et ee'. Les points e' et c' sont joints par des droites avec A''' et B'''. Sur ces droites qui sont la projection du pied du talus intérieur du rempart, on détermine les points c''' et e''' que l'on construit sur l'épure d'après la mesure de leur distance à c' et e'. Les points e'''e et c'''e sont joints par des droites qui sont la projection du pied des rampes, lesquelles

rampes sont complettement décrites par les droites qui joignent les points bc, b'c''' et de, d'e''' qui sont la projection des arêtes de ces rampes avec les talus du rempart.

Les résultats des opérations que l'on vient d'expliquer produisent l'épure ci-jointe sur laquelle se trouvent les données nécessaires pour construire les détails en terre et en maçonnerie de la courtine.

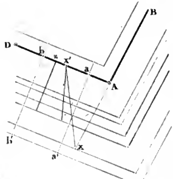
Dessin coté du Lever des Détails d'une Courtine du corps de place.



Lever des Flancs de Bastions.

Le lever des détails des flancs de bastion se rapporte à la ligne de canevas **AD** et à deux perpendiculaires **aa'** et **bb'** élevées de cette ligne.

Pour connaître l'angle que font entre elles les lignes de canevas du flanc et de la courtine, on prolonge celle de la courtine en dedans du bastion à une distance **Ax** que l'on mesure, et on construit le point **x** sur l'épure. On mesure une autre distance **Ax'** sur la ligne de flanc **AD**; on mesure la distance de **x** à **x'** qui est la longueur du troisième côté d'un triangle **xAx'**, que l'on construit sur l'épure et dont le sommet **A** est aussi celui de l'angle cherché **x'AB**, au moyen duquel on construit les deux lignes de canevas **AB** de la courtine et **BD** du flanc du bastion.



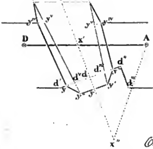
Sur la ligne de canevas du flanc **AD** on détermine les points **a** et **b** desquels on élève les perpendiculaires **aa'** et **bb'**, qui sont les lignes de profil sur lesquelles on porte les points d'intersection des arêtes des détails du parapet et du terre-plein, et que l'on construit sur l'épure d'après la mesure de leurs distances respectives.

Les points de profil sont joints par des droites qui sont: la projection des arêtes, du talus extérieur du parapet, de la crête intérieure, de la banquette et de son talus, et enfin du terre-plein et de son talus.

Ces arêtes sont prolongées ainsi que celles des détails de la courtine, et leur intersection détermine les points de raccordement des détails du flanc avec ceux de la courtine.

On suppose que deux batteries à embrasure ont été construites sur le flanc du bastion. Le lever des détails de ces batteries, qui sont ceux des plate-formes et des embrasures, se rapportent à une droite prise dans la direction de l'axe des détails de chacune des batteries, que l'on fait passer par la ligne de canevas **AD**, par exemple, par les points **x'** et **z**. Les lignes d'axes sont perpendiculaires à la crête intérieure du parapet ou elles sont obliques à cette crête. Pour le dernier cas, la position de

l'oblique par rapport à la ligne de canevas, se construit sur l'épure au moyen d'un triangle $x'Ax''$ dont on mesure les trois côtés.



La ligne d'axe de la batterie étant déterminée sur le terrain et projetée sur l'épure, On mesure la distance de x' au point c pris à l'extrémité du fond de l'embrasure. Par ce point on fait passer une droite qui par construction est parallèle à la ligne de canevas AD, sur laquelle on prend les points c' et c'' qui déterminent la largeur de l'ouverture extérieure de l'embrasure.

On mesure la distance de x' à d. prise sur la ligne de projection de la crête intérieure du parapet, qui pour la batterie oblique est par construction perpendiculaire à la ligne d'axe $x'x''$. Cette ligne de crête est prolongée à gauche jusqu'à d' où elle coupe la crête du parapet qui est parallèle à la ligne de canevas AD. Cette même ligne se prolonge à droite jusqu'à d'' à la même distance de d que d' où elle se raccorde avec la crête du parapet par un crochet $d''d'''$. Sur la même ligne $d'dd''$ et du point d on mesure à droite et à gauche les distances dd^{IV} et dd^{V}, qui déterminent la largeur du fond de l'embrasure vers son ouverture intérieure. On joint d^{IV} à c', d^{V} à c'' et c' à c'' par des droites qui sont la projection de trois des arêtes du fond de l'embrasure.

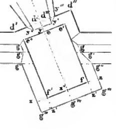
Pour déterminer la quatrième arête du fond de l'embrasure $y'y''$ qui est la projection de la crête intérieure du parapet, on mesure sur la ligne d'axe $x'x''$ la distance de d à y que l'on projette sur l'épure.

Par le point y on fait passer une droite qui par construction est parallèle à $d^{IV}d^{V}$; cette droite rencontre les arêtes $c'd^{IV}$ et $c''d^{V}$ en des points y' et y'' qui se trouvent ainsi construits sur l'épure et qui déterminent la largeur de l'ouverture intérieure de l'embrasure.

Le fond de l'embrasure se raccorde avec le talus de plongée du parapet au moyen des talus c', y^{IV}, y''' et y' qui sont les joues de l'embrasure. Le point y^{IV} est projeté d'après la mesure de sa distance à y^{V} prise suivant une perpendiculaire à l'arête $c'd^{IV}$; le point y^{V} est projeté d'après la mesure de sa distance à c'; le point y^{IV} est pris sur l'arête

du talus extérieur du parapet. Le point y''' pris sur la crête du parapet $d'd''$ est projeté d'après la mesure de sa distance à d^{IV}. Tous ces points sont joints par des droites qui sont la projection des arêtes du talus des joues de l'embrasure.

Pour le lever des détails de la plate-forme, on mesure sur la ligne d'axe cx'' la distance de y à c; le point c est pris au pied du talus intérieur du parapet. Par ce point on fait passer une droite qui par construction est parallèle à $d'dd''$ ou $y''y'$; et sur laquelle on mesure à droite et à gauche les distances de e à e' et de e à e''. Les points e' et e'' déterminent la largeur de la plate-forme, et sa longueur est connue d'après la mesure prise sur la ligne d'axe de la distance du point c au point x''. Par le point x'' on fait passer une droite qui par construction est parallèle à $e'e''$, et sur laquelle on porte à droite et à gauche de x'' les points $f\ f'$ que l'on projette d'après la mesure de leur distance au point x''; ces deux points déterminent la longueur de la deuxième arête de la plate-forme, et les droites qui joignent e' à f et e'' à f' sont la projection des deux autres arêtes.

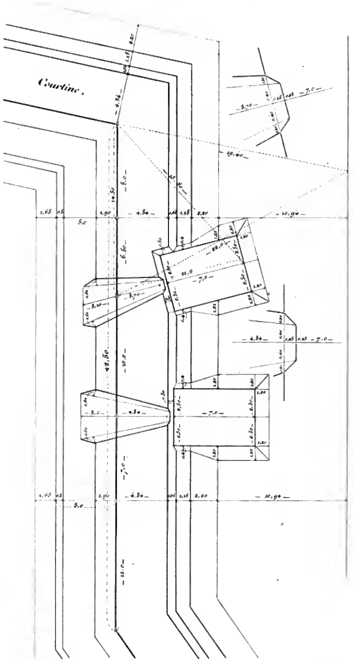


La plate-forme se raccorde avec la banquette et son talus, et avec le terre-plein par des talus $g\,g'\,g''\,g'''$ et g^{IV}. Les points $g\,g'$ et g'' se projettent d'après la mesure de leur distance aux arêtes $e'f$ et $e''f'$ de la plate-forme. Ces distances sont prises suivant le prolongement des arêtes de la banquette et de son talus. Le point g^{IV} pris sur la ligne d'axe prolongée se projette d'après la mesure de sa distance à x''. Les arêtes $e''f'$, $e'f$ et $f'f$ sont prolongées jusqu'au pied des talus de la plate-forme aux points z et z'. Ces points étant joints par des droites avec g^{IV} et g'' déterminent l'arête inférieure des talus, et par leur intersection les points g'''. Les autres points sont également joints par des droites qui sont la projection des arêtes de raccordement de la plate-forme avec la banquette et son talus.

Le lever des détails de la deuxième batterie s'exécute par des moyens semblables à ceux que l'on vient d'expliquer pour le lever des détails de la première.

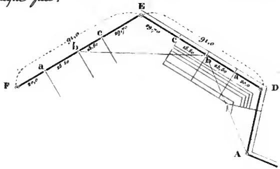
Les résultats des opérations du lever des détails du flanc de bastion produisent l'épure ci-jointe, sur laquelle se trouvent les données nécessaires pour construire ces détails sur la carte minute.

Dessin coté du Lever des Détails d'un flanc de Bastion.



Lever des Faces de Bastion.

Le lever des détails de faces des bastions se rapporte aux lignes de canevas **DE** et **EF** et à trois profils **a b c** pour chaque face.



Le tracé sur l'épure des lignes du canevas se fait d'après la mesure de leur longueur et des angles qu'elles font entre elles. L'angle de la ligne de flanc avec la ligne de face se construit au moyen du triangle **ADb** dont on a mesuré les trois côtés. L'angle des deux lignes de face se construit au moyen du triangle **bEb**.

Les profils **a b c** pris sur les lignes de face **DE** et **FE** sont perpendiculaires à ces lignes ; ils sont disposés comme il suit : les profils **a** à la distance de vingt mètres de **D** et de **F**, les profils **b** à une distance égale de **DE** et de **FE**, et les profils **c** sont disposés de manière à passer par le pied de la rampe de la batterie à barbette du saillant du bastion.

Sur chacun de ces profils on fait la recherche des points d'arête des détails du parapet et du terre-plein ; on mesure les distances entre ces points desquelles on conclut, comme nous l'avons vu, des distances moyennes pour chacune des arêtes, et ces distances réduites servent à faire le tracé des points de profil par lesquels on fait passer des droites qui sont la projection des arêtes moyennes du talus extérieur de la crête du parapet, de la banquette de son talus, du terre-plein et de son talus.

Ces arêtes sont prolongées ainsi que celles des détails du flanc, et leur intersection détermine les points de raccordement des détails du flanc avec ceux de la face du bastion. (Voyez le profil moyen ci-joint.)



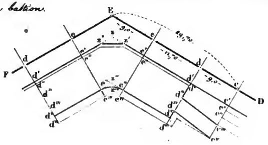
Profil moyen.

Pour le lever de la barbette, on élève du point d sur la ligne de canevas DE un perpendiculaire que l'on dispose de manière à ce qu'elle passe par l'arête de la plate-forme qui se trouve être par construction perpendiculaire à la ligne de canevas, et par conséquent dans la direction de la perpendiculaire d.

On mesure sur cette perpendiculaire, les distances, de d à d' pris sur la crête du parapet, au point d'' du pied du talus intérieur, au point d''' de l'arête de raccordement de la rampe avec la plate-forme, au point d^{IV} deuxième point de la même arête, au point d^{V} qui détermine la largeur, enfin au point d^{VI} pris au pied du talus.

Sur la même ligne de canevas on élève une autre perpendiculaire e sur laquelle on mesure les distances de e à e' prises sur la crête du parapet, au point e'' du pied du talus intérieur, au point e''' de l'arête de la plate-forme, enfin au point e^{IV} pris au pied du talus.

Tous ces points sont construits sur l'épure, d'après la mesure de leurs distances respectives, et sur les deux faces du bastion.



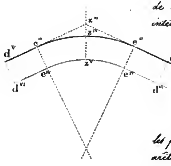
On fait le tracé sur les deux faces du bastion de la ligne de crête du parapet qui passe par les points $e\,d'$ et e'. Ces lignes étant prolongées déterminent par leur intersection le point z; du point z on mesure à droite et à gauche sur les mêmes lignes les distances z et z' et $z\,z''$. Ces points sont joints par une droite qui est la projection du pan coupé, formé par la crête du parapet au saillant de la batterie, parallèlement à ces lignes de crête. Par les points d'' et e''. On trace d'autres droites qui sont la projection du pied du talus intérieur.

On joint d''' à d^{V} par une droite qui est la projection

d'une des arêtes de la plate-forme.

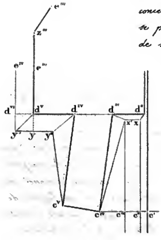
On joint d''' à c^{IV} du profil c par une droite qui est la projection d'une des arêtes de la rampe. Du point c^{IV} on élève une perpendiculaire à $c^{IV}d'''$ sur laquelle on détermine le point c^{V} d'après la mesure de sa distance à c^{IV}. Le point c^{V} fixe la largeur de la rampe, et la droite $c^{IV}c^{V}$ est la projection de l'arête de raccordement de la rampe avec le terre-plein. On joint c^{V} à d^{IV} par une droite qui est la projection de la troisième arête de la rampe, et la droite qui joint d''' à d^{IV} est la projection de l'arête de raccordement de la rampe avec la plate-forme.

On joint à droite et à gauche de la plate-forme les points d^{V} et e''' par des droites qui sont la projection de deux de ses arêtes. Ces droites sont prolongées et leur intersection détermine le point z''' sur la capitale.



Sur la même capitale, d'après la mesure de sa distance à z''' on détermine un point z^{IV} pris sur la partie arrondie de l'arête, au moyen duquel on fait le tracé de la courbe de raccordement des deux arêtes $d^{V}e'''$ et $d^{V}e'''$.

On joint à droite et à gauche de la plate-forme les points d^{VI} e^{IV} par des droites qui sont la projection des arêtes du pied du talus. Ces deux droites se raccordent comme celles des arêtes supérieures, par un arc de cercle concentrique à celui qui raccorde ces dernières, et qui passe par le point z^{V} que l'on projette d'après la mesure de sa distance à z^{IV}.



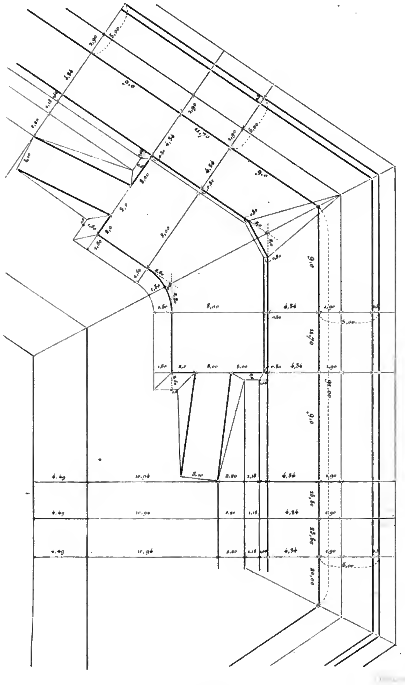
Le point y pris au pied du talus se projette d'après la mesure de sa distance à d^{V}. On fait passer par y une droite qui par construction peut être considérée comme étant parallèle à $d^{IV}d^{V}$. Cette ligne prolongée ainsi que celle de l'arête $e^{IV}d^{VI}$ déterminent par leur intersection le point y', et le point y'' se projette d'après la mesure de sa distance à y. Le point y''' est joint à c^{V} par une droite qui est la projection du pied du talus de raccordement de la rampe avec le terre-plein.

Le talus de raccordement de la plate-forme

avec la banquette, se détermine d'après la mesure de sa projection et par une droite parallèle à $d''d'''$, qui coupe l'arête c'' du talus intérieur du parapet en x, et l'arête c''' de la banquette en x'; et la droite xx' est la projection du pied du talus de raccordement de la plate-forme avec la banquette. Et enfin la droite qui joint x à c^{IV} est la projection du pied du talus de raccordement de la rampe avec le talus de la banquette.
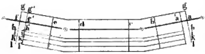
L'épure qui suit est le résultat des opérations que l'on vient d'expliquer pour faire le lever de détails des faces d'un bastion.

Dessin coté du Lever des Détails en terre d'une face de Bastion.

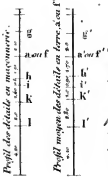


Lever des Ouvrages en terre de la Tenaille.

Le lever des ouvrages en terre de la tenaille se rapporte, comme celui des ouvrages en maçonnerie aux profils **a b e f** de ses faces et **c d** de sa courtine.



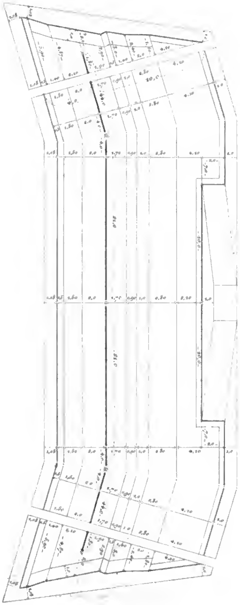
Les opérations de ce lever consistent 1° à faire sur le terrain et sur les lignes de profil, la recherche des points d'arête du talus extérieur **g**, de celui de la plongée **h**, du talus intérieur **i**, de la banquette **K**, et de son talus **l**; 2° à mesurer les distances entre ces points sur chacun des profils; et comme on vient de le voir pour le lever des ouvrages en terre du corps de place, on conclut de ces mesures un profil moyen que l'on construit sur chacune des lignes déjà tracées sur l'épure. Ces points sont joints par des droites qui sont la projection des arêtes moyennes des détails en terre de l'ouvrage.



Les lignes des profils extrêmes **a** et **f**, sur lesquelles on a porté les points d'arête des tablettes du profil en maçonnerie, sont les mêmes sur lesquelles on opère pour le lever des points d'arêtes des ouvrages en terre, qui diffèrent des premiers dans leur position, de sorte que ces derniers points ne peuvent être construits sur les mêmes lignes d'épure. Dans ce cas, les points de profils des ouvrages en terre se construisent sur une deuxième ligne **a'** et **f'**, tracée parallèlement et à une petite distance de ces premières, et c'est sur **a' f'** que l'on porte les points du profil moyen des ouvrages en terre, tandis que les points du profil en maçonnerie sont portés sur les premières lignes. La distance entre les points du profil moyen sont, par exemple; Du point **f'** pris sur la ligne du canevas au point **g'** du talus extérieur de 2,m0; du point **f'** au point **h'** de la crête du parapet de 1,m70; de **h'** au point **i'** pied du talus intérieur de 0,m90; du point **i'** au point **K'** de la banquette de 1,m0; du point **K'** à **l'** pied du talus de la banquette de 2,m80 et enfin la distance du point **l'** à l'arête extérieure de la tablette du mur de gorge de 4,m10.

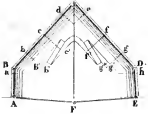
Les résultats des opérations du lever des détails en terre et en maçonnerie de la tenaille produisent l'épure ci-jointe.

Dessin coté du Lever de la Tenaille.

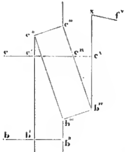


Lever des Ouvrages en terre de la demi-lune et de son Réduit.

Le lever des ouvrages en terre du réduit de la demi-lune se rapporte aux lignes de Canevas ABCDE, à la capitale FC et aux perpendiculaires abcdefgh et AE.



Ces perpendiculaires sont les lignes de profils sur lesquelles on détermine les points des arêtes des détails du parapet et de son terre-plein. Ces points sont déterminés d'après la mesure de leur distances respectives, lesquelles sont réduites pour composer un profil moyen dont on projette les points sur chacune des perpendiculaires; et par ces points on fait passer des droites qui sont la projection de l'arête du talus extérieur, de la crête du parapet, du pied du talus intérieur, de la banquette et du talus de la banquette.

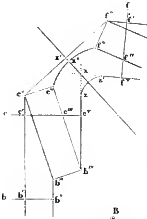


Le lever des rampes pratiquées dans l'intérieur du réduit, pour monter sur le terre-plein, se rapporte aux lignes de profil, bb', cc' et ff', gg'.

Par exemple, pour la rampe de gauche, on détermine sur la ligne de projection du pied du talus b'', un point b''' que l'on construit d'après la mesure de sa distance à b''; et sur la ligne de projection du sommet c' du même talus, un autre point c'' que l'on construit d'après sa distance à c'. Les points c'' b''' sont joints par une droite, qui est l'arête de raccordement de la rampe avec le talus du terre-plein.

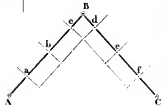
Par les points c'' b''' on élève à la droite c'' b''' des perpendiculaires c''' et b^IV, que l'on projette d'après la mesure de leur distance à c'' et b'''. Ces points déterminent la largeur de la rampe, et la droite qui les joint est la projection d'une deuxième arête de cette rampe

La ligne de profil cc' est prolongée jusqu'à c^IV sur l'arête extérieure de la rampe et à c^V au pied de son talus. Le point c^V se projette d'après la mesure de sa distance à c^IV; et la droite qui joint c^V à b^IV est la projection du pied du talus de la rampe. Cette droite prolongée par construction, rencontre la droite f^V du pied du talus de l'autre rampe sur la



capitale au point x. L'angle formé par ces deux lignes est ordinairement arrondi; les points de tangence z et z' sont projetés d'après la mesure de leur distance à c^v et f^v.

Par les points c'' et f'' on fait passer une droite qui coupe la Capitale en x'. Le point x' se projette d'après la mesure de sa distance à c'' et à f''. Pour tracer la courbe qui joint les points c''' et f''', on détermine sur la capitale xx' un point x'' qui est un de ceux de cette courbe. Le point x'' se projette d'après la mesure de sa distance à x'; le tracé de la courbe passe par les points c'''x'' et f''', et le lever des rampes et de leurs talus est achevé et construit sur l'épure.

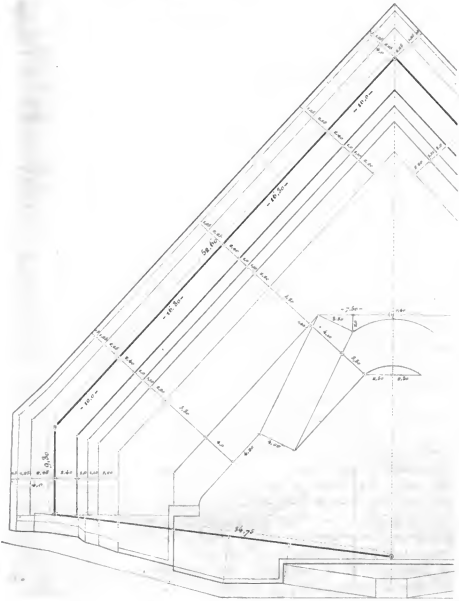


Le lever des ouvrages en terre de la demi-lune se rapporte aux lignes de canevas ABC, et aux perpendiculaires abc et def. Ces détails consistent dans ceux du parapet de son terre-plein et des batteries.

Le lever des détails du parapet de la demi-lune s'exécute comme celui du parapet du réduit; et le lever des batteries en opérant comme pour le lever des batteries du Corps de place.

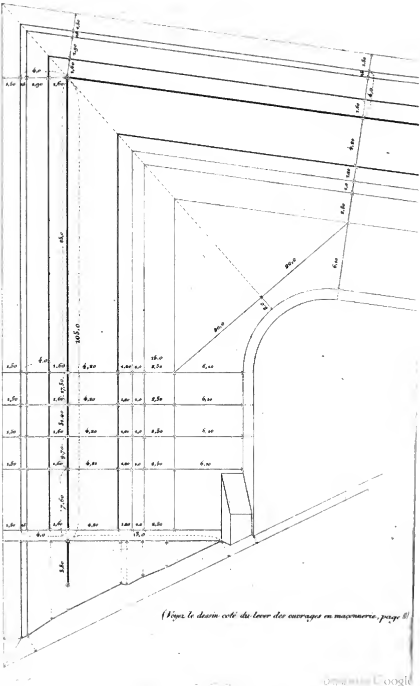
Les épures qui suivent sont le résultat du lever des Ouvrages en terre de la demi-lune et de son réduit.

Dessin coté du Lever des Détails en terre du réduit d'une Demi-lune.



(Voyez le dessin coté du lever des ouvrages en maçonnerie, page 86.)

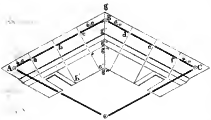
Dessin coté du Lever des Détails en terre d'une Demi-lune.



(Voyez le dessin coté du lever des ouvrages en maçonnerie, page 8)

Lever des Ouvrages en terre du Réduit de la Place-d'armes rentrante.

Le lever des ouvrages en terre du réduit de la place d'armes, se rapporte aux lignes de canevas ABC, et à trois perpendiculaires abc et def élevées de chacune de ces lignes.



C'est sur ces perpendiculaires, comme pour les autres ouvrages de même nature, que l'on fait la recherche des points d'arête du talus extérieur, de celui de la plongée, du talus intérieur, de la banquette et de son talus; que ces points sont fixés de position et projetés sur l'épure d'après la mesure de leurs distances respectives; et ces points étant joints par des droites, ces droites sont la projection des arêtes des détails dont on a entrepris le lever.

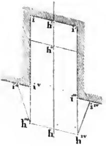
Par exemple, la perpendiculaire a est élevée sur la ligne de canevas AB à la distance de 4,^{m}0 du point A; la perpendiculaire b vers le milieu de la même ligne, de manière à pouvoir être prolongée jusqu'au point b' pris au pied du talus de la banquette, contre son profil en maçonnerie. La troisième perpendiculaire c est élevée sur BA à la distance de 6,^{m}0 de B; elle se prolonge jusqu'à c' au pied du talus de la banquette.

Les perpendiculaires élevées de la ligne de canevas BC, sont disposées de la même manière que les premières.

Les droites qui joignent les points portés sur les perpendiculaires sont prolongées, d'abord jusqu'aux profils en maçonnerie de la gorge, puis au saillant de l'ouvrage jusqu'à la capitale, sur laquelle elles déterminent par leur intersection les points g g' g'' g''' et g^{IV}

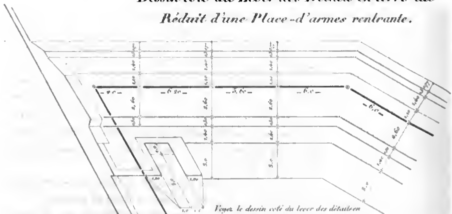
Pour terminer le lever des ouvrages en terre du réduit de la place-d'armes, il reste à faire celui de la rampe qui conduit à l'entrée de la poterne. Ce lever se rapporte à l'axe de la galerie de la poterne prolongée en dedans du réduit jusqu'à h au sommet de la rampe. Ce point se projette d'après la mesure de sa distance à h' pris sur le seuil de la porte d'entrée. On détermine sur h h' un point h''

qui détermine le pied de la rampe. Par les points **h** et **h'** on fait passer des droites qui par construction sont parallèles à **i i'**, mur de revêtement de l'entrée de la poterne. La droite **h''** qui est la projection du bas de la rampe se termine de part et d'autre aux murs de revêtement des faces latérales de cette entrée. On porte sur la droite **h** les points **h'''** et **h^IV** qui déterminent la largeur de la rampe à son sommet. Les droites qui joignent **h^IV** à **i''** et **h'''** à **i'''** sont la projection du pied des talus de raccordement de la rampe avec le terre-plein du réduit; et enfin les droites qui joignent **h^IV** à **i^IV** et **h'''** à **i^V** sont la projection de l'arête supérieure des mêmes talus.



L'épure ci-jointe qui est le résultat des opérations du lever des détails en terre du réduit, peut se construire sur l'épure du lever des détails en maçonnerie du même ouvrage.

Dessin coté du Lever des Détails en terre du Réduit d'une Place-d'armes rentrante.



Voyez le dessin coté du lever des détails en maçonnerie du réduit d'une place-d'armes, page 92

Lever des Ouvrages en terre du Chemin-couvert.

Le lever des ouvrages en terre du chemin couvert se rapporte, comme celui des ouvrages en maçonnerie aux lignes de canevas **AB, AC, CD, DE, EF** et **FG**

On suppose que pour opérer sur le terrain, on commence par le lever du chemin couvert de la place-d'armes rentrante et de ses traverses.

Lever du chemin couvert d'une Place-d'armes rentrante Pl.2. Fig.1 et 2

Perpendiculairement aux lignes de canevas **AC** et **DC**, par les points **A** et **D** on fait passer une droite qui est la ligne

de profil des traverses, sur laquelle on détermine les points d'arête du talus de plongée a, du talus extérieur b, de la crête du parapet c, du talus intérieur d, de la banquette e, et du talus de banquette f.

Perpendiculairement aux mêmes lignes de canevas AC et DC, et par les points g et h, on fait passer des droites qui sont les lignes de profil du chemin couvert de la place-d'armes sur lesquelles on détermine les points d'arête de la crête du talus intérieur, de la banquette et de son talus.

Les points des profils A et D, g et h sont construits sur l'épure d'après la mesure de leurs distances respectives moyennes, et les droites qui les joignent sont la projection des arêtes des détails du chemin-couvert de la place-d'armes, et d'une partie de ceux de ses traverses.

Les lignes d'arête des deux branches AC, DC prolongés vers le saillant, déterminent par leur intersection les points $h' h'' h'''$ et h^{IV}.

Une quatrième perpendiculaire à AC et DC qui passe par le point i est la ligne de profil à laquelle on rapporte les détails des sorties du chemin-couvert.

La ligne du profil i est prise suivant l'axe du chemin de la sortie (fig. 1 et 2).

Les arêtes de la crête du glacis i''' et celle du pied de talus de la banquette x^{V} prolongées, coupent cette ligne aux points x et x'. Le point x se construit d'après la mesure de sa distance à i, et x' d'après sa distance à x. On détermine les points $x'' x''' x^{IV}$ et x^{V}. d'après la mesure de leurs distances à x et à x'. Les droites qui joignent les points $x'' x^{IV}$ et $x'' x^{V}$ sont la projection du pied du talus de raccordement du chemin de sortie, avec le talus intérieur, la banquette et son talus.

À partir des points x'' et x''', le chemin de sortie prend une direction oblique. Un de ses côtés se termine sur la perpendiculaire au point i'; ce point se construit d'après la mesure de sa distance à i, et la droite qui joint x'' à i' est la projection du pied de talus de raccordement du glacis avec le chemin de sortie.

Du point i' on mène une droite qui par construction est perpendiculaire à $i i'$, sur laquelle on porte le point i'' qui détermine la largeur du chemin. Ce point se construit

d'après la mesure de sa distance à i'; et la droite qui joint i'' à x''' est la projection du pied du talus de raccordement du glacis avec le chemin de sortie.

L'arête supérieure de ces talus se détermine en joignant i$^{\text{IV}}$ à i' et i''' à i''.

Les points i''' et i$^{\text{IV}}$ qui sont pris sur la crête du glacis se construisent d'après la mesure de leur distance à x'' et x'''.

Les arêtes supérieures des talus de raccordement, z z' x$^{\text{IV}}$ et z z' x$^{\text{V}}$ se déterminent en joignant i$^{\text{IV}}$ à z, z à z' et z' à x$^{\text{IV}}$, i'' à z, z à z' et z' à x$^{\text{V}}$. Les points z et z' se construisent d'après la mesure de leur plus courte distance au pied des talus x' x$^{\text{IV}}$, x'' x$^{\text{V}}$.

La branche du chemin couvert de la place d'armes se termine pour la crête du glacis, au point g''. Le point g'' se construit d'après la mesure de sa distance à g du profil g g' (fig. 1 et 2.) Sur la même ligne de crête du glacis prolongée, on détermine un point g''' qui se construit d'après la mesure de sa distance à g''. Sur le prolongement de la ligne g' du pied du talus de la banquette, on détermine le point g$^{\text{IV}}$, qui se construit d'après la mesure de sa distance à g'. Les points g''' et g$^{\text{IV}}$ sont joints par une droite qui est la projection de l'arête inférieure du talus de raccordement de la banquette avec le chemin du défilé de la traverse.

Les points g$^{\text{V}}$ et g$^{\text{VI}}$ du talus intérieur et de la banquette, se construisent d'après la mesure de leur plus courte distance à g''' g$^{\text{IV}}$.

Les points g'' y g$^{\text{V}}$ g$^{\text{VI}}$ et g$^{\text{IV}}$ sont joints par des droites qui sont la projection des arêtes supérieures du talus de raccordement.

Opérant de la même manière sur l'autre branche, le lever du chemin couvert de la place-d'armes sera achevé et construit sur l'épure.

Lever des traverses de la Place-d'armes rentrante Figure 3.

Sur les droites g g''' et g' g$^{\text{IV}}$ prolongées, on porte les points c' f' qui se construisent d'après la mesure de leur distance à g''' et g$^{\text{IV}}$. Les points c' et f' sont joints par une droite, qui est la projection de l'arête inférieure du talus de raccordement de la banquette de la traverse, avec le chemin du défilé. Le point c'' se construit

d'après la mesure de sa distance à g; et les points d'e d'après la mesure de leur plus courte distance à c'f'. Les droites qui joignent ces points sont la projection des arêtes supérieures du talus de raccordement.

Les droites c''c, d'd, e'e et f'f sont prolongées jusqu'au profil de maçonnerie de la traverse, déjà construit sur l'épure d'après les résultats du lever des ouvrages en maçonnerie.

Au dehors de la traverse sur la ligne de canevas DG (figure 8^e), on élève une perpendiculaire K, une autre perpendiculaire est élevée sur la même ligne de I en dedans de la traverse E du milieu de la branche. Ces perpendiculaires sont les lignes de profil, sur lesquelles on porte les points d'arête du talus intérieur, et de la banquette de la partie du chemin couvert comprise entre la première et la deuxième traverse.

Le profil K est prolongé en dehors jusqu'à m, à son intersection avec l'arête supérieure aussi prolongée du talus de défilé de la traverse, et qui passe par le point g''. Cette arête se termine au point m' pris à l'angle saillant du crochet dont l'angle rentrant est en m'' qui est à l'intersection de la crête du glacis K'I' prolongée avec le côté m'm'' du crochet.

Le point K se projette d'après la mesure de sa distance à D, le point K' d'après sa distance à K, le point m d'après sa distance à K', m' d'après sa distance à m, et enfin m'' d'après sa distance à K', et les droites, qui joignent les points g'' m' m'' K' I' sont la projection de l'arête supérieure du talus du défilé de la traverse, de son crochet, et de la crête de la partie du chemin couvert comprise entre la première et la deuxième traverse D et E.

Du point m'' on élève une perpendiculaire à m''m', qui passe par les points m''' pied du talus du crochet, et par b' pied du talus extérieur de la traverse. Le point m''' se construit d'après la mesure de sa distance à m''. Le point b' qui se construit d'après celle de sa distance à m''' est joint à b par une droite qui est la projection du pied du talus extérieur de la traverse.

Les points K'' K''' et K^{iv} de la banquette du chemin couvert se construisent d'après la mesure de leur distance

au profil KK'. La droite qui joint m'' à K^IV est la projection du pied de talus de raccordement de la banquette avec le chemin de défilé; et les droites qui joignent m'' K'' K''' et K^IV sont la projection des arêtes supérieures de ce talus.

L'arête supérieure a du talus extérieur de la traverse, est prolongée jusqu'à a' sur la droite qui joint g'' à m'. Le point a' se construit d'après la mesure de sa distance à m' ou à g''.

Sur la ligne aa' ainsi fixée de position, on prend les points a'' a''' et a^IV. Le point a'', qui se construit d'après la mesure de sa distance à a, est joint avec c'' par une droite qui est la projection de l'arête supérieure du talus de raccordement de la traverse avec le chemin de défilé. Le point a''', qui se construit d'après la mesure de sa distance à a'' est joint avec c' par une droite qui est la projection du pied du même talus. Enfin le point a^IV, qui se construit d'après la mesure de sa distance à a''', est joint à g''' par une droite, qui est la projection du pied du talus de raccordement du chemin du défilé avec le glacis.

L'arête c''a' de la traverse est prolongée jusqu'à a^V et a^VI. Le point a^V, qui se construit d'après la mesure de sa distance à a'', est joint à a''' par une courbe, et à b' par une droite. Ces lignes avec celles qui joignent b' à b et b à b'', sont la projection du pied du talus extérieur de la traverse.

Le point a^VI, qui se construit d'après la mesure de sa distance à a^V, est joint à m''' par une droite qui étant prolongée jusqu'à x, est la projection du pied de talus du crochet. Le point x est à l'intersection de l'arête m''' a^VI et de l'arête g'' a^IV prolongée.

On prolonge l'arête a''a jusqu'au profil en maçonnerie, et le lever de la traverse et de son défilé est achevé et projeté sur la feuille d'épure.

Le lever des autres traverses s'exécute par des opérations semblables.

Lever de la deuxième traverse du chemin couvert de la demi-lune. Figure 4.

Par exemple, pour le lever du chemin couvert et de la deuxième traverse E (figure 4) qui est perpendiculaire à la ligne de canevas, il se rapporte à cette ligne, à la perpendiculaire I

déjà déterminée et à deux autres perpendiculaires m et n élevées de la même ligne l'une au-delà de la traverse E, et l'autre en dedans de la traverse F.

Les perpendiculaires m et n sont les lignes de profil sur lesquelles on détermine les points d'arêtes de détails de la partie du chemin couvert comprise entre la deuxième et la troisième traverse.

Pour opérer sur le terrain, on détermine sur la ligne de canevas les points d'arête a du talus extérieur de la traverse, le point b du pied de ce talus, le point c de la crête du parapet, le point d du pied du talus intérieur, le point e de la banquette et le point f de son talus.

Le profil m m' est prolongé jusqu'à q. Le point q est à l'intersection de l'arête supérieure du talus de raccordement du chemin couvert avec le chemin du défilé de la traverse qui passe par l' du profil l. Sur l'q on détermine un point q' pris à l'angle saillant du crochet dont le côté est q'q". Le point q se projette d'après la mesure de sa distance à m', q' d'après sa distance à q, et enfin q" qui est sur la crête du glacis se projette d'après la mesure de sa distance à m', et les droites qui joignent l'q'q"m'n' sont la projection des arêtes du talus du défilé, de son crochet et de la crête de la partie du chemin couvert comprise entre la deuxième et la troisième traverse.

Les points m"m‴ et m^{IV} sont projetés d'après la mesure de leur distance au profil m m'. Les droites qui joignent q" à m", m" à m‴, m‴ à m^{IV} sont la projection de la crête supérieure du talus de raccordement de la banquette avec le chemin du défilé.

Les arêtes m" et m^{IV} sont prolongées, la première jusqu'à x au pied du talus et à x' au pied du talus extérieur de la traverse, la deuxième jusqu'à x" au pied du même talus (figure 4). La droite qui joint x à m^{IV} est la projection du pied du talus de la banquette, et les droites qui joignent les points x x" b et b' sont la projection du pied de talus de la traverse.

L'arête supérieure a du talus extérieur de la traverse est prolongée jusqu'à a' sur l'arête l'q'q (figure 4). Le point a' se projette d'après la mesure de sa distance à q'. Sur a a' ainsi fixée de position, on porte les points a"a‴ et a^{IV}. Le point a" se projette d'après la mesure de sa distance à a, a‴ d'après sa distance à a", enfin a^{IV} d'après sa distance à a‴.

L'arête d du pied du talus intérieur de la traverse est prolongée jusqu'à d' sur l'arête 1', q'q; le point d' se projette d'après la mesure de sa distance à a' ou 1'. Sur dd' on porte les points d''d'' et d^{IV}; ces points se projettent d'après la mesure de leurs distances respectives. Les points e' et f' sont projetés d'après la mesure de leurs distances à e et à f. Les points 1''1''' et 1^{IV} se projettent d'après la mesure de leur distance au profil 11'. Les points z et z' qui sont pris sur la droite qui joint d^{IV} à a^{IV} sont projetés d'après la mesure de leurs distances à d^{IV} et à a^{IV}; enfin le point c' pris sur la crête du parapet se construit d'après la mesure de sa distance à c.

Les droites qui joignent 1''1''' et 1^{IV} sont la projection de l'arête supérieure du talus de raccordement de la banquette du chemin couvert avec le chemin du défilé, et les droites qui joignent 1^{IV} et z, z et z', z' et x sont la projection du pied du talus de raccordement du défilé.

Les droites qui joignent f'd''', a''' et la courbe qui joint a''' à x' sont la projection du pied des talus de raccordement du chemin de défilé avec la traverse; et les arêtes supérieures de ces talus sont les droites qui joignent les points f'e'd''e'a''.

Les arêtes acde et f de la traverse, sont prolongées jusqu'aux tablettes du profil en maçonnerie, et le lever de la traverse et de son défilé est achevé et projeté sur l'épure.

Lever de la troisième traverse du chemin couvert de la demi-lune. Figure 5.

Le lever de la troisième traverse F et du chemin couvert de la place-d'armes saillante se rapporte 1° à une perpendiculaire à la direction oblique de la traverse qui passe par le point F, et sur laquelle on porte les points a du talus extérieur, b du pied de ce talus, c de la crête du parapet, d du pied du talus intérieur, e de la banquette et f du pied du talus de la banquette; 2° à la perpendiculaire nn' déjà projetée sur l'épure; 3° à la perpendiculaire o que l'on élève de la ligne de canevas au-delà de la traverse; 4° enfin à une quatrième perpendiculaire élevée du point G du canevas.

Les perpendiculaires o et G sont les lignes de profil sur lesquelles on détermine les points d'arête des détails du chemin-couvert de la place-d'armes saillante. Les droites qui joignent ces points sont les lignes de projection de ces arêtes, qui se terminent sur la capitale de la demi-lune

prolongée par leurs intersections avec les lignes de même nature, menées par les profils de l'autre branche du chemin couvert.

Pour lever le crochet du défilé de la traverse, on prolonge la perpendiculaire oo' jusqu'à r qui est à l'intersection de cette perpendiculaire et de l'arête du talus de raccordement du chemin couvert avec le défilé. Sur cette arête qui passe par n', on détermine un point r' pris à l'angle saillant du crochet dont le côté est r'r". Le point r" est à l'angle rentrant de ce crochet, pris sur la crête du chemin couvert. Ces points sont projetés sur l'épure d'après la mesure de leurs distances respectives, et ils sont joints par des droites qui sont la projection de l'arête supérieure du talus du défilé et la crête du chemin couvert.

Sur les arêtes prolongées o"o^{IV}, on porte les points x x' et x". Le point x qui est pris au pied du talus se projette d'après la mesure de sa distance à o" et x' d'après sa distance à x, x" d'après sa distance à o^{IV} et o"o'" et o^{IV} se projettent d'après la mesure de leurs distances au profil oo'. La droite qui joint x à o'" est la projection du pied du talus de raccordement de la banquette avec le chemin du défilé, et les droites qui joignent x'x" b et b' sont la projection du pied du talus extérieur de la traverse, qui se termine en b' contre le profil de maçonnerie; enfin les droites qui joignent r" o" o'" et o^{IV} sont la projection des arêtes supérieures du talus de raccordement de la banquette.

L'arête supérieure a du talus extérieur de la traverse est prolongée jusqu'à a' sur l'arête n'r'r. Le point a' se projette d'après la mesure de sa distance à r'. Sur la droite aa' ainsi déterminée, on porte les points a"a'" et a^{IV} que l'on projette d'après la mesure de leurs distances respectives.

L'arête d du pied du talus intérieur de la traverse est prolongée jusqu'à d' sur l'arête n'r'r. Le point d' se projette d'après la mesure de sa distance à n'. Sur la droite dd', on détermine les points d"d'" et d^{IV}.

Sur la droite qui joint d^{IV} à a^{IV}, prolongée à droite et à gauche, on porte les points z et z' qui se projettent

d'après la mesure de leurs distances à d^{IV} et a^{IV}.

Les arêtes ce et f sont prolongées jusqu'à c'e' et f'. Ces points sont déterminés d'après la mesure de leurs distances à ce et f.

Les points n''n''' et n^{IV} sont projetés d'après la mesure de leurs distances au profil n n'.

Les droites qui joignent n''n''' et n^{IV}, c'd''e' et f', n^{IV}z et f'd''' sont la projection des arêtes des talus de raccordement de la banquette du chemin couvert, et de celle de la traverse avec le chemin du défilé. La droite qui joint d'''a''', la courbe qui joint a''' à x', les droites qui joignent z z' et x, celle qui joint c' à a'' sont la projection des arêtes des talus de raccordement du chemin couvert et de la traverse avec le chemin du défilé.

Les arêtes a c d e et f, qui sont parallèles entre elles, sont prolongées jusqu'au profil en maçonnerie de la traverse déjà projetée sur l'épure, d'après les résultats des opérations du lever des détails en maçonnerie qui ont été expliqués.

Lever de la branche du chemin couvert du bastion. Figure 1.

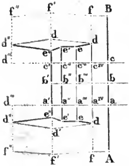
Le lever de la branche A B du chemin couvert du bastion se rapporte aux lignes de profil K'B, sur lesquelles on porte les points d'arête de la crête du glacis et de la banquette. Les droites qui joignent ces points qui sont la projection de ces arêtes, se terminent sur la capitale B du bastion prolongée, par leur intersection avec les lignes de même nature, menées par les profils de l'autre branche du chemin couvert.

Du Lever des Caponnières.

Lever de la double caponnière du fossé du corps de place. Figure 6.

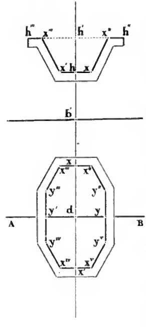
La caponnière est double, comme celle du fossé du corps de place qui sert à communiquer de la tenaille à la gorge de la demi-lune ; ou elle est simple, comme celles que l'on construit aux entrées du fossé de la demi-lune.

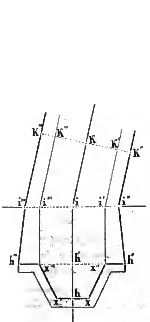
Le lever de la double caponnière du fossé du corps de place se rapporte à la ligne de canevas qui joint le milieu A de la porte de sortie de la poterne de la tenaille, avec le milieu B de la gorge de la demi-lune, et aux perpendiculaires a b et c élevées de AB, qui sont les lignes de profil sur lesquelles on porte les points d'arêtes de la crête du glacis a' b' et c', du talus intérieur a" b" et c", de la banquette a‴ b‴ et c‴, et enfin du pied du talus de la banquette a^{IV} et c^{IV} ; et les droites qui joignent ces points sont la projection des arêtes de ces détails.



Les arêtes des talus de raccordement de la crête du glacis, de la banquette et de son talus avec les passages dd' et d", pratiqués aux deux extrémités de la caponnière, se rapportent aux lignes de profil a et c. Les points d e e'e" et d" de l'arête supérieure de ces talus se projettent d'après la mesure de leur distance à a'a"a‴a^{IV} d‴ et c'c"c‴ c^{IV}d‴ des profils a et c ; et les droites qui joignent ces points sont la projection de l'arête supérieure des talus de raccordement de la caponnière avec les passages pratiqués à ses extrémités, comme les droites qui joignent les points d d'd" sont la projection du pied des mêmes talus. Le point d' se projette d'après la mesure de sa distance à e" pris dans le prolongement de l'arête du glacis a' e" et c'e". La largeur des passages dont la rampe se projette contre le mur d'escarpe f f'f" de la tenaille, et le mur de gorge de la demi-lune, se déterminent par les droites qui joignent ces points, lesquels se projettent d'après la mesure de leur distance à d d' et d".

Le lever des détails de l'entrée et de la sortie du canal en maçonnerie, qui est recouvert par le glacis et la banquette de la double caponnière, se rapporte à la ligne de profil b. On mesure la distance de b à x et à x'. Sur des droites menées par ces points perpendiculairement à xx', on porte les points x"x‴ et $x^{IV}x^{V}$. Ces





points qui déterminent la largeur des entrées du canal, se projettent d'après la mesure de leur distance à x et x'.

Le canal est plus large à son milieu b qu'à ses entrées. On détermine cette largeur sur la ligne de canevas AB, par la mesure des distances by et by'. Par les points y et y' on fait passer des droites, qui par construction sont parallèles entre elles et à la ligne de profil b. Ces droites se terminent, à droite et à gauche, aux points y''y''' et y^{IV}y^{V}, qui se construisent d'après la mesure de leurs distances à y et y'; et les droites qui joignent les points y''à x'', y'''à x''', y^{IV}à x^{IV}, y^{V}à x^{V} achèvent la projection des arêtes des murs de revêtement des entrées du canal. Parallèlement à ces lignes, en dehors, et à une distance de 0^{m},50 cent. on en trace d'autres qui sont la projection de la deuxième arête des tablettes qui recouvrent ces murs.

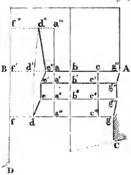
La ligne de profil b est prolongée sur les deux glacis jusqu'au point h, pris sur l'arête extérieure du mur de revêtement de la sortie du canal. Ce point se projette d'après la mesure de sa distance à b' de la crête du glacis. Sur la même ligne de profil b'h on porte un point h' qui se projette d'après la mesure de sa distance à h. Par les points h et h' on fait passer des droites perpendiculaires à b'h', sur lesquelles on porte les points xx' et x''x'''. Ces points qui déterminent la largeur des sorties du canal, se projettent d'après la mesure de leur distance à h et à h'. Sur la droite x''x''' prolongée à droite et à gauche, on porte les points h'' et h''' que l'on projette d'après la mesure de leurs distances à x'' et à x'''. Les droites qui joignent ces points avec celles qui joignent les points x''x, xx'; enfin x'x''' sont la projection des arêtes des murs de revêtement des sorties du canal sur les deux glacis de la double caponnière. D'autres droites parallèles à ces lignes, en dehors et à la distance de 0^{m},50 cent. sont la projection de la deuxième arête des tablettes qui recouvrent les murs.

Sur la même ligne de profil hh' on porte le point i qui détermine, d'après la mesure de sa distance à h', un des points du pied du glacis, dont la ligne de projection, qui se termine à l'escarpe et à la contre-escarpe du fossé, est perpendiculaire à h'i. Sur cette ligne de projection on prend les points i'i'' et i'''i^{IV} que l'on

construit d'après la mesure de leurs distances respectives. Les points i' et i''' déterminent la largeur de la cunette, et les points i'' et i^IV l'arête supérieure du talus de raccordement du fond de la lunette avec le glacis de la caponnière; et les droites qui joignent ces points avec les points x''x''' et h''h''' sont la projection des arêtes de ces talus.

A partir du point i l'axe de la cunette prend une direction qui partage le fossé suivant sa longueur, en deux parties égales. On détermine la largeur de la cunette, et la projection de ses talus, sur des profils en travers, tel par exemple, que le profil K, sur lequel on porte les points K'K''K''' et K^IV; et les droites qui joignent K' à i', K'' à i'', K''' à i''' et K^IV à i^IV sont la projection des arêtes des talus de la cunette.

Lever des Caponnières du fossé de la demi-lune. Fig. 7



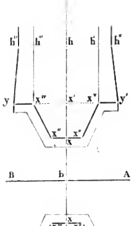
Le lever des caponnières du fossé de la demi-lune se rapporte à une droite AB, qui peut être la projection de la crête de son glacis, prolongée jusqu'à l'escarpe A et la contre-escarpe B du fossé. On détermine la projection de cette ligne en mesurant la distance de A à C, prise à l'angle formé par l'escarpe et la gorge de la demi-lune, et la distance de B à D prise à l'angle formé par la contre-escarpe et la gorge du réduit de la place d'armes rentrante.

Sur la ligne AB ainsi déterminée, on élève les perpendiculaires a b et c, qui sont les lignes de profil sur lesquelles on porte les points a'b'c' du talus intérieur, a''c'' de la banquette, enfin a'''c''' du pied du talus de la banquette. Les droites qui joignent ces points sont la projection des arêtes de ces détails.

Les arêtes du talus de raccordement de la crête du glacis, et de la banquette avec le passage dd'd'', se rapportent à la ligne de profil a. Les points de e'e'' et d'' de l'arête supérieure du talus se projettent d'après la mesure de leur distance aux points a'''a'' a'a et a^IV du profil a; et les droites qui joignent ces points sont la projection de l'arête supérieure du talus, comme les droites qui joignent dd'd'' sont la projection du pied du même talus. Le point d' se projette d'après la mesure de sa distance à e'' prise dans le prolongement de l'arête du glacis.

La largeur du passage, dont la rampe se projette contre le mur de contre-escarpe fff'', se détermine par les droites qui joignent ces points que l'on construit d'après la mesure de leurs distances à $dd'd''$.

La crête du glacis et la banquette de la caponnière se projettent contre le mur d'escarpe, par les droites qui joignent les points $gg'g''$ et g'''. Ces points se projettent d'après la mesure de leurs distances à $c'''c''c'$ et c.



Le lever des détails de l'entrée et de la sortie du canal en maçonnerie qui est recouvert par le glacis et la banquette de la caponnière, se rapporte à la ligne de profil b. On mesure la distance de b à x et à x'. Par x et x' on élève des perpendiculaires à bx', sur lesquelles on porte les points $x''x'''$ et $x^{iv}x^{v}$, que l'on construit sur l'épure d'après la mesure de leur distance à x et x'. Sur la droite $x^{iv}x^{v}$ prolongée on porte les points y et y', et les droites qui joignent les points $y\,x'''x'''x''x^{v}$ et y', sont la projection des murs de revêtement de l'entrée du canal. Parallèlement à ces lignes et à la distance de $0^m,50$ cent. on en trace d'autres qui sont la projection de la deuxième arête des tablettes qui recouvrent ces murs.

Sur la ligne de profil b, prolongée suivant la pente du glacis, on détermine les points $xx'x''x'''x^{iv}x^{v}$ et yy'; et les droites qui joignent ces points sont la projection des murs de revêtement de la sortie du canal.

La ligne de profil bx est prolongée jusqu'à h, un des points du pied du glacis de la caponnière, dont la ligne de projection, qui se termine à l'escarpe et à la contre-escarpe du fossé est perpendiculaire à bxh. Sur cette ligne on prend les points $h'h''$ et $h'''h^{iv}$ que l'on construit sur l'épure d'après la mesure de leurs distances respectives. Les points $h'h'''$ déterminent la largeur de la cunette, et les points $h''h^{iv}$ l'arête supérieure du talus de raccordement du fond de la cunette avec le glacis de la caponnière; et les droites qui joignent ces points avec les points yy' et $x^{iv}x^{v}$, sont la projection des arêtes de ces talus.

Sous le rapport de l'enseignement de la topographie pratique, les dessins cotés ont pour objet unique d'expliquer les opérations du lever des détails, les opérations graphiques

de la construction de ces dessins sur le terrain, et la réduction du lever au cabinet, toutes choses qui s'appliquent aux détails d'une fortification quelconque, quels que soient son tracé et la figure de ses formes. Quant à ces explications, on a réduit les exemples seulement à ceux qui sont nécessaires pour les faire comprendre. On n'a pas cherché à donner aux ouvrages pris pour exemples, précisément leur tracé et leur forme, comme il est enseigné par M.r le Professeur de fortification. Cependant, comme les dessins cotés doivent servir non seulement à démontrer les opérations du lever et la construction de ces dessins sur le terrain, mais encore aux exercices qui ont pour objet la rédaction de ces levers au cabinet, les dimensions écrites sont assez exactes pour exécuter et répéter ces constructions d'après des échelles différentes, afin d'acquérir ainsi toute la pratique des opérations graphiques qu'il est nécessaire de posséder avant d'entreprendre l'étude des opérations du lever sur le terrain, c'est-à-dire, de posséder ce que l'on entend par le dessin de la fortification. Quant aux ouvrages de maçonnerie et de charpente qui se décrivent par plans coupés et élévations, tels que les galeries des poternes et des mines, les casemates, les ponts dormants et les ponts-levis, les portes, les barrières, les écluses et les batardeaux &c.a le lever de ces détails, qui s'exécute d'après les méthodes enseignées par M.r le Professeur de Construction pour le lever des bâtiments, ne nécessite d'autres explications que celles qui ont été données par ce professeur.

Table.

Lever du Canevas au mètre. Fig. 3

Nivellement d'un lever de fortification de peu d'étendue. Fig. 4.

Nivellement des fossés secs des Ouvrages de fort.on

Modèles des Registres de nivellement.

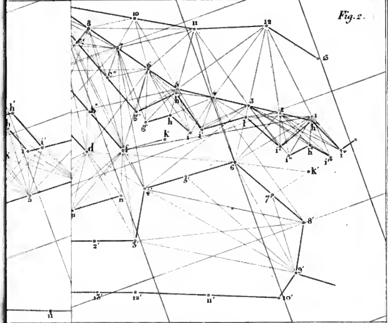
Lever des Sections horizontales.

Lever des détails de la fortification.

Pages.

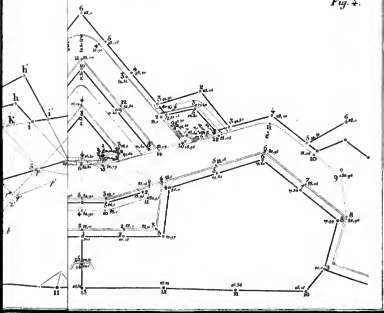
Lever chette.

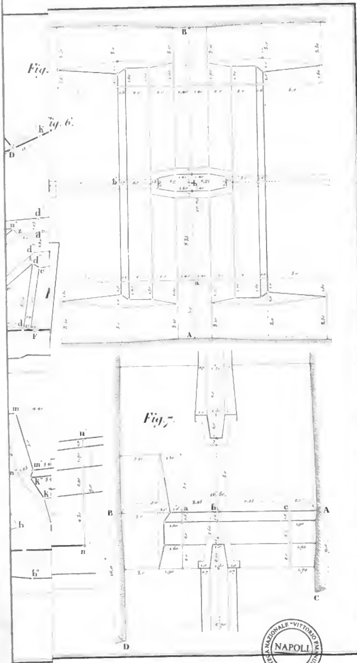
Fig. 2.



mètre. Nivellement du Canevas.

Fig. 4.




Fig.
fig. 6.
Fig. 7.
A
B
C
D
a
b
c
d
F
m
n
k